



TESE DE DOUTORAMENTO

**POLÍTICAS DE PROMOCIÓN DE SECTORES
EÓLICOS PERIFÉRICOS.
ESTUDO DO SECTOR EÓLICO GALEGO E OS
SEUS EFECTOS ECONÓMICOS**

Pedro Varela Vázquez

PROGRAMA DE DOUTORAMENTO EN DESENVOLVEMENTO
ECONÓMICO E INNOVACIÓN
FACULTADE DE CIENCIAS ECONÓMICAS E EMPRESARIAIS

SANTIAGO DE COMPOSTELA

2016





TESE DE DOUTORAMENTO

**POLÍTICAS DE PROMOCIÓN DE SECTORES
EÓLICOS PERIFÉRICOS.
ESTUDO DO SECTOR EÓLICO GALEGO E OS
SEUS EFECTOS ECONÓMICOS**

Pedro Varela Vázquez

Directora da tese de doutoramento:

María del Carmen Sánchez Carreira

PROGRAMA DE DOUTORAMENTO EN DESENVOLVEMENTO
ECONÓMICO E INNOVACIÓN
FACULTADE DE CIENCIAS ECONÓMICAS E EMPRESARIAIS

SANTIAGO DE COMPOSTELA

2016





TESE DE DOUTORAMENTO

**POLÍTICAS DE PROMOCIÓN DE SECTORES
EÓLICOS PERIFÉRICOS.
ESTUDO DO SECTOR EÓLICO GALEGO E OS
SEUS EFECTOS ECONÓMICOS**

Asdo.

Pedro Varela Vázquez

PROGRAMA DE DOUTORAMENTO EN DESENVOLVEMENTO
ECONÓMICO E INNOVACIÓN
FACULTADE DE CIENCIAS ECONÓMICAS E EMPRESARIAIS

SANTIAGO DE COMPOSTELA

2016



AUTORIZACIÓN DA DIRECTORA DA TESE

Dña. María del Carmen Sánchez Carreira

Profesora do Departamento de Economía Aplicada

Como Directora da Tese de Doutoramento titulada

«POLÍTICAS DE PROMOCIÓN DE SECTORES EÓLICOS PERIFÉRICOS.
ESTUDO DO SECTOR EÓLICO GALEGO E OS SEUS EFECTOS
ECONÓMICOS»

Presentada por D. Pedro Varela Vázquez

Alumno do Programa de Doutoramento en Desenvolvemento Económico e
Innovación

*Autoriza a presentación da tese indicada, considerando que reúne os
requisitos esixidos no artigo 34 do regulamento de Estudos de
Doutoramento, e que como Director da mesma non incurre nas causas de
abstención establecidas na lei 30/1992.*

Asdo.



“O gran economista debe posuír unha rara combinación de dotes [...]. Debe ser matemático, historiador, estadista e filósofo (en certo grao). Debe comprender os símbolos e falar con palabras correntes. Debe contemplar o particular en termos do xeral e tocar o abstracto e concreto co mesmo voo de pensamento. Debe estudar o presente á luz do pasado e coas vistas ao futuro. Ningunha parte da natureza do home ou das súas institucións debe quedar por completo fóra da súa consideración. Debe ser simultaneamente desinteresado e utilitario: tan fóra da realidade e tan incorruptible coma un artista, pero nalgunhas ocasións tan cerca da terra coma o político”

John Maynard Keynes na necrolóxica do seu mentor, Alfred Marshall





AGRADECEMENTOS

A tese de doutoramento constitúe un proceso de aprendizaxe acumulativo persoal que, en certa medida, excede o eido puramente académico. Desenvolveuse paralelamente coa propia evolución vital do autor, polo que moitas veces xorden considerables interaccións entre o eido persoal e o académico. Neste punto cómpre sinalar que os meus círculos persoal e profesional máis próximos sempre representaron apoios moi relevantes para levar a bo porto este proxecto. Contar coa axuda e o cariño de numerosas persoas permitíume mellorar como investigador e persoa, así como superar as dificultades que apareceron ao longo do tempo. En definitiva, sentirse arroupado é o mellor agasallo que pode contar unha persoa.

Son consciente de que o maior perigo de citar directamente ás diferentes persoas que me axudaron, dun modo ou outro, é deixarse no tinteiro algúns nomes. Non obstante, asumo este risco e pido perdón de antemán por calquera omisión. En primeiro lugar, quixera darlle o máis sincero agradecemento á miña directora de tese de doutoramento Carmela Sánchez. Traballamos conxuntamente dende finais do ano 2009, cando me iniciéi na carreira investigadora cunha beca de colaboración no Departamento de Economía Aplicada da USC. O paso do tempo reafirmame no meu convencemento sobre a súa valía persoal, fundamentalmente a súa dedicación, vocación e honestidade. Neste sentido, constituíu un pilar esencial na miña formación como investigador e docente, sempre estando dispoñible para debater diferentes inquiredanzas e ofrecermos as mellores das orientacións. Asemade, compraceríame dar o meu agradecemento aos membros do grupo de investigación ICEDE, e ao seu coordinador Xavier Vence. Tamén quixera agradecer ao profesor Óscar Rodil polo seu apoio ao longo deste proceso e os seus valiosos consellos. Agradezo a colaboración brindada polos profesores Xesús Pereira e Xoán Ramón Doldán. Por outro lado, quixera destacar a profesionalidade e atención de Raul Jácome, xefe do Servizo de Contas Económicas do IGE (Instituto Galego de Estatística).

A realización desta tese de doutoramento contou con financiamento da Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria da Xunta de Galicia; e do Ministerio de Educación, Cultura e Deporte (FPU) do Goberno de España. Nos tempos actuais nos que o financiamento para actividades de investigación escasea, síntome moi afortunado pola axuda moi relevante destes dous entes públicos. Ademais, gustaríame

agradecer á Fundación Iberdrola España a súa confianza nas miñas capacidades para desenvolver o proxecto de investigación sobre o impacto socioeconómico da enerxía eólica mariña en España. Así mesmo, a Fundación Segundo Gil Dávila apoioume financeiramente nas miñas etapas previas, cando comecei a estudar o sector eólico.

A miña formación como investigador predoutoral completouse no grupo de investigación IKE (Innovation, Knowledge and Economics Dynamics) da Universidade de Aalborg (Dinamarca). Durante esa etapa, magníficos profesionais como Birgitte Gregersen, Ina Drejer, Poul Andersen, Jesper Christensen ou Rasmus Lema ofrecéronme todo o seu apoio, puidendo coñecer novas dinámicas de traballo e metodoloxías. Ademais, os meus compañeiros de doutoramento Roman Jurowetzki, Juan Martín Carriquiri, Nazanin Eftekhari, Eun Kyung Park e Leticia Nogueira facilitáronme moito a miña integración.

Ao longo desta tese de doutoramento realicei un extenso traballo de campo, entrevistándome con diversos axentes do sector en Galicia e Dinamarca, como fabricantes de aeroxeradores e de compoñentes, empresas de servizos, promotores e empresas eléctricas, entre outras. Neste sentido, non se entendería un estudo sectorial integral sen unha análise de campo da cadea de valor. Gustárame agradecer a todos estes axentes a súa colaboración activa e o seu interese polos avances realizados neste traballo.

Finalmente, non quixera perder a oportunidade de agradecer o apoio incondicional á miña familia e ás miñas amizades. Dado o cariño e ánimo continuo proporcionado, é complexo sintetizar nunhas liñas a súa relevancia. Meus pais, Pilar e Fernando, foron sempre unha peza fundamental na miña vida, proporcionándome alento nos momentos máis difíciles, consellos nos momentos de dúbida e moitas forzas ante os retos. En gran medida, son o que son grazas a eles, polo que o meu agradecemento sempre será insuficiente. Á miña parella, Alicia, non lle podo estar máis agradecido por todo o que significa para min. O respaldo, o cariño e o amor mutuo constitúen a mellor enerxía para levar unha vida plena. Por último, quixera agradecer aos meus amigos por todos os apoios e a comprensión ao longo deste proceso, sobre todo cando puideren estar máis ausente.

ABSTRACT

Wind energy may play a remarkable role in modern societies through diversifying energy portfolios, mitigating global warming and creating new employment and technology paths. In this regard, the promotion of this renewable energy is one of the main priorities on current energy policy agendas. However, there are some structural singularities in peripheral contexts which could challenge traditional sectoral promotion policies.

The main aims of this doctoral thesis are to quantify the socioeconomic impact of the Galician peripheral wind sector on the regional economy, as well as to analyse the interaction among local capabilities and multinational agents to upgrade this sector. Moreover, the design and implementation of a comprehensive policy program to upgrade this sector also represents a key aim. Concerning the socioeconomic impact of the Galician wind sector, the methodology is based on the input-output approach and the analysis of the sectoral value chain. Likewise, the analysis of these sectoral interactions is based on a novel methodology which combines the systemic and evolutionary approach of the innovation systems and the global value chain perspective. The target approach is also applied regarding the design and implementation of the upgrading policy program and its timing.

Empirical evidences underline the significant socioeconomic impact of wind energy on the Galician economy, in terms of job creation and GDP contribution. However, institutional thinness, legal instability and low innovative performance undermine sectoral development, triggering an important slowdown. Then, it should be advisable enhancing governance patterns among local and overseas agents. In addition, the analysis emphasises the key role of the complementarity of market size and foreign direct investment policies, as well as the diversification towards green transitions by means of enhancing local capabilities.

KEYWORDS

Wind energy, Galicia, peripheral sectors, socioeconomic impact, public policies



RESUMO

A enerxía eólica pode desempeñar un papel notable nas sociedades modernas mediante a diversificación enerxética, a loita contra o cambio climático e a través da creación de emprego e sendas tecnolóxicas. Neste sentido, a promoción desta fonte enerxética renovable é unha das principais prioridades nas axendas actuais de política enerxética. Non obstante, existen certas singularidades estruturais en contextos periféricos que poderían cuestionar as políticas de promoción sectoriais tradicionais.

Os principais obxectivos desta tese de doutoramento consisten na cuantificación do impacto socioeconómico do sector eólico periférico galego na economía rexional, así como analizar a interacción entre as capacidades produtivas locais e os axentes multinacionais para modernizar este sector. Asemade, o deseño e implementación dun programa integral de actuacións para modernizar este sector tamén constitúe un obxectivo clave. En relación co estudo do impacto socioeconómico do sector eólico galego, a metodoloxía baséase nos modelos input-output e na análise da cadea de valor sectorial. Así mesmo, a análise das interaccións sectoriais fundaméntase nunha nova metodoloxía que combina o enfoque sistémico e evolucionista dos sistemas de innovación e a perspectiva das cadeas de valor globais. O enfoque target tamén se aplica no deseño e implementación do programa de actuación e a súa sincronización.

As evidencias empíricas subliñan o impacto socioeconómico significativo do sector eólico na economía galega, en termos de creación de emprego e contribución ao PIB. Porén, a falta de masa crítica e a debilidade institucional, a inestabilidade lexislativa e o baixo desempeño innovador debilitan o desenvolvemento sectorial, desencadeando unha desaceleración importante. Ademais, a análise destaca o papel clave da complementariedade das políticas de fomento de mercados e de atracción de investimento estranxeiro directo, así como a diversificación cara unha economía ecolóxica mediante o fortalecemento do tecido produtivo local.

PALABRAS CHAVE

Enerxía eólica, Galicia, sectores periféricos, impacto socioeconómico, políticas públicas



RESUMEN

La energía eólica puede desempeñar un papel notable en las sociedades modernas mediante la diversificación energética, la creación de empleo y sendas tecnológicas o la lucha contra el cambio climático. En este sentido, la promoción de esta fuente energética renovable es una de las principales prioridades actuales en las agendas de política energética. No obstante, existen ciertas singularidades estructurales en contextos periféricos que podrían cuestionar las políticas de promoción sectoriales tradicionales.

Los principales objetivos de esta tesis doctoral consisten en la cuantificación del impacto socioeconómico del sector eólico periférico gallego en la economía regional, así como el análisis de la interacción entre las capacidades productivas locales y los agentes multinacionales para modernizar este sector. Igualmente, el diseño e implementación de un programa integral de actuaciones para modernizar este sector constituye un objetivo clave. En relación al estudio del impacto socioeconómico del sector eólico gallego, la metodología se basa en los modelos input-output y en el análisis de la cadena de valor sectorial. Asimismo, el análisis de las interacciones sectoriales se fundamenta en una nueva metodología que combina el enfoque sistémico y evolucionista de los sistemas de innovación y la perspectiva de las cadenas de valor globales. El enfoque target también se aplica en el diseño e implementación de un programa de actuaciones y su sincronización.

Las evidencias empíricas subrayan el impacto socioeconómico significativo del sector eólico en la economía gallega, en términos de creación de empleo y contribución al PIB. Sin embargo, la falta de masa crítica y la debilidad institucional, la inestabilidad legislativa y el bajo desempeño innovador debilitan el desarrollo sectorial, desencadenando una desaceleración importante. Además, el análisis destaca el papel clave de la complementariedad de las políticas de fomento de mercados y de atracción de inversiones extranjeras directas, así como la diversificación cara una economía ecológica mediante el fortalecimiento del tejido productivo local.

PALABRAS CLAVE

Energía eólica Galicia, sectores periféricos, impacto socioeconómico, políticas públicas



RESUMO

A enerxía eólica pode desempeñar un papel moi relevante nas sociedades modernas mediante a diversificación do subministro enerxético, a creación de novas sendas de desenvolvemento tecnolóxico e de emprego ou a loita contra o cambio climático. Entre os beneficios, destaca especialmente a diversificación industrial a nivel rexional, desencadeada pola recombinação de ideas, tecnoloxías e capacidades produtivas a partir de sectores cognitivamente próximos. Neste sentido, a emerxencia deste sector podería absorber a oferta de man de obra procedente de sectores en declive e a reutilización das súas infraestruturas e tecnoloxías. Deste modo, a enerxía eólica podería mellorar a resiliencia rexional a curto, medio e longo prazo, mediante a promoción da mobilidade laboral e do desenvolvemento de vantaxes competitivas en termos de novas sendas tecnolóxicas e nichos de mercado. No caso da enerxía eólica, pode aproveitarse a tecnoloxía e a experiencia do sector naval. Polo tanto, a enerxía eólica pode facilitar a consecución duns maiores niveis de sustentabilidade ambiental, social e económica; baseada no desenvolvemento integral da cadea de valor. En calquera caso, estes impactos xerais poden diferir entre rexións, dependendo da expansión desta enerxía renovable, do contexto institucional e do propio desenvolvemento das capacidades do tecido produtivo rexional.

Dada a potencial relevancia da enerxía eólica nas economías rexionais, pode facilitarse a súa expansión mediante políticas polo lado da demanda e da oferta, e eliminando as barreiras institucionais e tecnolóxicas. Non obstante, algunhas singularidades a nivel rexional, como a debilidades institucional, poden debilitar o conxunto de políticas implementadas e, polo tanto, obstaculizar o desenvolvemento sectorial. Ademais, as fronteiras xeográficas dos sectores son moi difusas, porque a miúdo un conxunto amplo de axentes e institucións nacionais e internacionais interveñen no desenvolvemento de aglomeracións industriais. Por esta razón, tamén é clave ter en conta como as capacidades endóxeas e as políticas interactúan cos axentes e dinámicas foráneas. En xeral, a emerxencia sectorial representa un proceso complexo no que diferentes contextos, axentes e factores teñen que ser considerados.

Galicia, rexión situada no noroeste de España, destaca por constituír un dos principais mercados rexionais en termos de potencia instalada acumulada. A pesar disto, esta rexión periférica non foi capaz de desenvolver unha cadea de valor industrial

integral vinculada con esta enerxía renovable. A debilidade institucional, como a carencia de clústers dinámicos ou institucións complementarias, a inestabilidade lexislativa ou o baixo desempeño innovador, poderían obstaculizar o desenvolvemento sectorial neste tipo de aglomeracións industriais. Asemade, estas singularidades estruturais poden supoñer un desafío ás mellores prácticas recomendadas por ser implementadas nos líderes globais neste sector, como Dinamarca ou Alemaña. Polo tanto, pode suxerirse a necesidade de adaptar o conxunto de políticas a cada estudo de caso, en vez de implementar un conxunto xeral de medidas.

En relación a este marco xeral, esta tese de doutoramento amosa dous obxectivos principais. O primeiro obxectivo consiste en cuantificar o impacto socioeconómico deste sector na economía galega en termos de creación de emprego (directo e indirecto), contribución ao PIB, así como en relación aos efectos de arrastre xerados. Este obxectivo é relevante porque permite estimar a dimensión do sector e o seu impacto na economía rexional. Asemade, esta análise permite avaliar as principais características e tendencias do sector ao longo do tempo, o que facilitaría a diagnose do seu estado de desenvolvemento. O segundo obxectivo da tese consiste na análise do desenvolvemento do sector eólico galego, centrándose nas capacidades produtivas locais e as súas interaccións coa cadea de valor global do sector. Deste modo, é posible estudar as pautas de gobernanza establecidas entre axentes locais e internacionais ao longo da cadea de valor e o seu impacto no desenvolvemento sectorial. Os resultados desta análise son moi útiles para o deseño e implementación dun conxunto de políticas integrais dirixidas a superar as debilidades estruturais deste sector, así como construír estruturas multiaxentes resilentes.

Con respecto á metodoloxía utilizada para cuantificar o impacto socioeconómico do sector eólico, baséase no modelo input-output (IO). En particular, aplícase o modelo de demanda de Leontief (demand-pull), que é a metodoloxía que mellor se adapta para avaliar o impacto socioeconómico do sector eólico en economías rexionais. Ademais, esta metodoloxía complementase coa técnica RAS, un axuste matricial biproporcional, que facilita a actualización dos coeficientes técnicos. Así mesmo, esta metodoloxía inclúe unha análise en profundidade da cadea de valor, permitindo unha desagregación entre actividades temporais e permanentes.

A diagnose en relación ao desenvolvemento do sector eólico galego baséase nun novo enfoque holístico, que combina a perspectiva sistémica dos Sistemas de

Innovación (IS) e o das Cadeas de Valor Globais (CVGs). Esta metodoloxía combinada pode explicar como o conxunto de capacidades produtivas locais, responsables da creación de valor engadido e da xeración de innovacións, pode modificar as pautas de gobernanza na cadea de valor global, e viceversa. A combinación destes dous enfoques inclúe o conxunto de axentes e institucións implicados na creación e difusión de coñecemento economicamente valorizable, así como das pautas de gobernanza establecidas entre empresas locais e estranxeiras. Polo tanto, esta nova combinación pode proporcionar unha perspectiva máis sistémica das dinámicas implicadas nos procesos de desenvolvemento sectorial. Finalmente, o deseño e implementación do conxunto de políticas para modernizar o sector eólico galego baséase no enfoque de políticas estratéxicas de innovación ou Target. Este enfoque sistémico e evolucionista tamén está baseado no ciclo de vida industrial estendido, no que a promoción de estruturas multiaxente depende da fase de desenvolvemento sectorial en cada momento. Neste sentido, o enfoque Target está directamente relacionado coa perspectiva combinada dos SI e das CVG, porque considera o conxunto de axentes, institucións e políticas implicadas no desenvolvemento sectorial en cada fase. Asemade, o deseño e implementación do programa de actuacións para o sector eólico galego baséase en entrevistas dirixidas aos principais axentes dos sectores eólicos de Galicia e Dinamarca. Dende 2011 ata 2015 realizáronse diversas entrevistas a distintos axentes que conforman a cadea de valor, como fabricantes de turbinas e compoñentes, empresas eléctricas, asociacións sectoriais e promotores, entre outros.

Na análise dos instrumentos de políticas, séguese unha clasificación en dous grupos, segundo o tipo de impacto desencadeado e o seu horizonte temporal. En primeiro lugar, os instrumentos de promoción do sector eólico poden ser de demanda ou de oferta. Neste sentido, os instrumentos de demanda diríxense a facilitar a penetración no mercado da enerxía eólica. Pola contra, o principal obxectivo dos instrumentos de oferta é incrementar as capacidades produtivas co fin de fortalecer a cadea de valor. En segundo lugar, os instrumentos de promoción poden clasificarse en instrumentos de curto, medio e longo prazo. Os de curto prazo están asociados coas primeiras fases de desenvolvemento, nas que a creación de mercado é moi relevante para garantir unhas condicións mínimas para a emerxencia de estruturas multiaxente. En cambio, os instrumentos a medio e longo prazo teñen como obxectivo incrementar as capacidades produtivas e definen os determinantes da localización dos axentes no medio e longo

prazo. O sistema retributivo da enerxía eólica ou os concursos de potencia son instrumentos de demanda e de curto prazo. Porén, os requirimentos de contido local constitúen instrumentos polo lado da oferta e de curto prazo. A infraestrutura tecnolóxica representa un instrumento de oferta, pero de longo prazo.

A enerxía eólica alcanzou unha difusión global, debido a unha forte expansión da enerxía eólica terrestre dende a última década do século XX. Diversas economías desenvolvidas e en desenvolvemento beneficiáronse desta fonte de enerxía renovable, diversificando as súas matrices enerxéticas, reducindo as emisións contaminantes e creando emprego. Aínda que as empresas deste sector operan a nivel rexional, a cadea de valor é progresivamente máis global, desempeñando un papel moi significativo empresas e institucións multinacionais. Por estas razóns, as interaccións entre axentes e institucións localizados en diferentes áreas e sectores son cada vez máis relevantes. Non obstante, existen diferentes sendas de desenvolvemento arredor do mundo, as cales amosan un amplo abano de políticas de promoción, así como de diversas vantaxes competitivas e debilidades. Con respecto aos mercados consolidados, Dinamarca foi a pioneira no desenvolvemento comercial da enerxía eólica, modelo baseado en considerables investimentos en I+D e nun consenso social sobre as liñas estratéxicas no longo prazo. Así mesmo, o Reino Unido destaca como un dos principais mercados da enerxía eólica mariña e pola súas políticas ambiciosas neste eido, as cales causaron a emerxencia dun polo industrial nacional. En relación aos mercados emerxentes, China e India constitúen mercados cun gran dinamismo e de tamaño considerable, en termos de potencia instalada acumulada. As súas políticas de converxencia tenden a depender de mecanismos de transferencia tecnolóxica, acordos de colaboración con empresas estranxeiras, compras e fusións, así como do establecemento de acordos de colaboración tecnolóxica cos principais polos a nivel mundial.

O sector eólico español constituía un dos mercados líderes globais, en termos de potencia instalada ata 2010, momento no cal a inestabilidade normativa e os efectos da crise económica debilitaron o seu desenvolvemento. Ao constituír un destacable polo rexional no sur de Europa, España foi capaz de desenvolver unha cadea de valor industrial e de servizos, que incluía empresas nacionais e estranxeiras fabricantes de aeroxeradores e industria auxiliar. Porén, este desenvolvemento non foi xeograficamente homoxéneo, porque algunhas rexións concentraron a maior parte dos emprazamentos industriais, e outras tan só a potencia instalada. De feito, en España a

potencia instalada acumulada non está necesariamente correlacionada coa masa crítica. A pesar dos seus mercados locais de reducido tamaño, Navarra e o País Vasco destacan pola masa crítica, así como polas súas políticas centradas na promoción de amplas redes de colaboración tecnolóxica e dos incentivos á I+D. Pola contra, noutras Comunidades Autónomas, coma Galicia, Castela e León, Castela-A Mancha, Andalucía e Aragón, as políticas estaban máis centradas no incremento da potencia instalada que no fomento do sector industrial (políticas produtivistas). Neste grupo de rexións máis rezagadas, Galicia e Castela e León foron capaces de desenvolver parcialmente a súas cadeas de valor.

O sector eólico galego comeza o seu desenvolvemento a principios da década dos noventa, cando diversas empresas eléctricas inician a explotación do seu recurso eólico. En xeral, o goberno autonómico centrouse na expansión do mercado local, en termos de potencia instalada, obviando o desenvolvemento e fortalecemento dunha estrutura sectorial integral. O proceso de autorización de parques eólicos constitúe unhas das principais razóns desta expansión, porque o proceso comezaba a iniciativa dos promotores dos parques. A pesar destas tendencias xerais, houbo diversos intentos de promocionar un sector industrial rexional mediante políticas de contido local. Non obstante, este tipo de instrumento tan só constitúe un incentivo polo lado da oferta a curto prazo, con escasa influencia para determinar a localización a longo prazo. Asemade, xorden considerables dúbidas sobre se os promotores cumpriron na práctica con estes requirimentos. O goberno autonómico intentou sen éxito incrementar a socialización dos beneficios desencadeados polo sector eólico a través da promoción de pequenos parques eólicos (parques eólicos singulares), propiedade de axentes locais. Durante o período de maior crecemento do mercado, os axentes e institucións rexionais non foron capaces de desenvolver vantaxes competitivas a partir do fomento da infraestrutura tecnolóxica específica, dos investimentos en I+D ou dos proxectos de colaboración tecnolóxica, salvo algunhas excepcións. Neste sentido, as vantaxes competitivas rexionais creáronse en base ao abundante recurso primario e á existencia previa dun sector naval.

Unha das características máis destacada do sector eólico galego é a inestabilidade lexislativa a nivel rexional e nacional dende o ano 2008. En dous anos aprobáronse dous decretos completamente diferentes, e o concurso de potencia do 2008 foi suspendido. Ademais, os recortes no sistema de remuneracións para as enerxías

renovables, así como a crise económica, debilitaron o desenvolvemento rexional. Así mesmo, o goberno autonómico aprobou unha lei en 2009 que estableceu un novo tributo por aeroxerador (o canon eólico). Todos estes cambios reduciron os potenciais fluxos de caixa e, polo tanto, desincentivaron as decisións de investimento, debido a que o sector eólico é intensivo en capital.

En resumen, o sector eólico galego caracterízase pola reducida masa crítica, a carencia de infraestrutura tecnolóxica, así como unha inestabilidade lexislativa crecente en relación aos concursos eólicos e ao sistema de remuneración dende 2008. Segundo os axentes entrevistados, estes trazos teñen un dobre impacto no sector e na economía rexional. En primeiro lugar, o característico desempeño innovador medio-baixo do tecido produtivo desencadea unha serie de pautas de gobernanza, entre axentes locais e foráneos, escasamente resistentes á competencia global. Neste sentido, as pautas de gobernanza máis habituais son a modular, a cautiva e a de mercado. En segundo lugar, a inestabilidade lexislativa obstaculiza o investimento no sector eólico debido ao seu impacto negativo nos fluxos de caixa esperados, así como nos diferentes criterios estipulados nos concursos de potencia. Polo tanto, estas dinámicas bloquearon a consolidación sectorial dende 2008. A pesar deste contexto xeral negativo, xurdiron certas iniciativas prometedoras que intentan diversificar o sector eólico, baseado na enerxía eólica terrestre, cara á enerxía eólica mariña. O principal obxectivo desta diversificación consiste en aproveitar a experiencia do sector naval e da enerxía eólica terrestre coa intención de exportar compoñentes aos principais mercados europeos. En todo caso, estas experiencias circunscribíense a un limitado abano de contratos.

A pesar das debilidades estruturais comentadas anteriormente e a recente desaceleración, o sector eólico galego amosa un impacto socioeconómico significativo. A aglomeración industrial e de servizos vinculada a esta enerxía renovable desencadeou efectos considerables, en termos de creación de emprego, e de contribución ao PIB, así como efectos de arrastre durante o período 2000-2010. Neste sentido, o sector eólico galego acadou o valor máis elevado en termos de contribución ao PIB rexional (1,16%) no ano 2005. Durante o período analizado, a contribución sectorial varía entre o 0,4 e o 1,16% do PIB, reducíndose progresivamente o seu impacto dende 2007. Así mesmo, as actividades temporais, que inclúen a fabricación de compoñentes e a instalación dos aeroxeradores, representa a maior parte da actividade económica do sector. Asemade, por cada euro investido, xérase un output adicional de 0,5 euros.

Unha das principais características do sector eólico é a súa baixa intensidade en emprego. Se a contribución máxima do sector ao PIB rexional representa o 1,16%, e o 0,4% no seu mínimo, a suma do emprego directo e indirecto non supera o 0,52% do total galego (5.633 empregados). O emprego eólico descende ao seu valor máis baixo en 2008, cando a porcentaxe é aproximadamente o 0,15% (1.765 empregados). As estimacións indican que o impacto sectorial en termos de emprego é menos da metade da contribución ao PIB. Da mesma maneira que acontece coa contribución ao PIB rexional, as actividades temporais representan a meirande parte do emprego total ata a desaceleración de 2008. Nese momento, as actividades permanentes (operación e mantemento, así como produción de electricidade) constitúen as principais fontes de emprego, debido á ausencia de nova potencia instalada. En todo caso, as actividades permanentes non son intensivas en man de obra e, polo tanto, non chegan a compensar a redución do emprego relativo ás actividades temporais. Isto é consecuencia da especialización do sector en estratexias de expansión do mercado local. Deste modo, sería recomendable fomentar a repotenciación ou incrementar a integración do sector nas cadeas de valor globais mediante un programa de modernización. Así mesmo, o emprego creado polo sector eólico é moi salientable nalgúns ramos industriais, como a fabricación de equipamento eléctrico, ou de fabricación de maquinaria e equipamento. Nestas ramas, o emprego directo e indirecto xerado representa aproximadamente o 18% do emprego total en 2005. A pesar da inexistencia de centros tecnolóxicos vinculados co sector, o emprego eólico acada o 5,5% do emprego total en actividades de I+D en Galicia.

Dado o impacto do sector eólico na economía galega, así como as súas oportunidades, poderíase recomendar o deseño e implementación dun programa integral de actuacións dirixido á modernización das estruturas multiaxente e ao fortalecemento da resiliencia rexional. Neste sentido, é fundamental restablecer as condicións previas que converteron ao sector eólico nun vector de crecemento económico, e reformar o sector para afrontar os novos retos. Deste modo, propónse un programa de actuacións dinámico e sistémico, baseado na situación actual do sector eólico galego. O conxunto de políticas está estruturado nun programa con tres fases, baseado no enfoque de políticas estratéxicas (Target) e na información recollida nas entrevistas cos principais axentes sectoriais. Así mesmo, o principal obxectivo consiste no fortalecemento da fase

de emerxencia e no establecemento das condicións necesarias para a consolidación do sector.

En relación á primeira fase, é clave establecer unhas condicións mínimas que permitan a recuperación mediante o incremento da demanda (políticas de curto prazo). Asemade, a diversificación cara unha economía máis ecolóxica, baseada en vantaxes competitivas locais, resulta fundamental para evitar procesos de bloqueo (lock-in) e ampliar o mercado. De acordo cos axentes entrevistados, o establecemento dunhas liñas claras e estables no longo prazo nos concursos de potencia e no modelo de remuneración podería incentivar os investimentos. Dado que a volatilidade destaca como unha das principais desvantaxes, debería avanzarse para poder acadar un compromiso político a longo prazo. Os plans industriais e o desenvolvemento tecnolóxico poden constituír instrumentos útiles nos concursos de potencia para acadar os obxectivos desta primeira fase. A repotenciación tamén podería asegurar as condicións de mercado a través dun esquema de substitución (scrapping system), que facilite o remprazamento de turbinas obsoletas e mal posicionadas por novo equipamento máis eficiente. En relación ás transicións cara unha economía máis ecolóxica, existe unha ampla experiencia e clientes potenciais no sector agropecuario, pero cómpre suprimir as barreiras institucionais, como no caso das peaxes de respaldo derivadas da produción de electricidade para consumo propio. Ademais, os pequenos aeroxeradores poderían beneficiarse dun sistema de primas cando a electricidade sexa subministrada á rede. Así mesmo, a enerxía eólica mariña debería promocionarse porque a súa emerxencia baséase na experiencia no sector naval e no eólico terrestre. De feito, fomentar a variedade relacionada iría na boa dirección para fortalecer a resiliencia sectorial.

Con respecto á segunda fase, cómpre centrarse nos factores de localización e nas políticas industriais para incrementar a masa crítica, así como nas capacidades produtivas locais. Neste sentido, os concursos públicos de potencia, que contén con diferentes criterios para a autorización da potencia instalada, poderían fomentar a atracción de investimento estranxeiro directo e facilitar o intercambio de coñecemento mediante a promoción de alianzas industriais entre fabricantes locais e estranxeiros. Asemade, a formación e a capacitación profesional dentro das empresas e a adopción de certificacións poderían constituír outros métodos para modernizar as pautas de gobernanza e reducir o risco de deslocalizacións. Finalmente, un centro tecnolóxico

rexional para a enerxía eólica desempeñaría un papel decisivo, porque as pequenas e medianas empresas non contan cos fondos necesarios para realizar actividades de I+D, e están cautivas en produtos estandarizados ou de baixo valor engadido. Polo tanto, mellorar a infraestrutura tecnolóxica e, en consecuencia, o desempeño do sistema de innovación de Galicia, moldearía as pautas de gobernanza e fomentaría a resiliencia sectorial.

Por último, pero non por iso menos importante, a terceira fase céntrase na promoción da vixilancia tecnolóxica e da colaboración tecnolóxica para evitar procesos de bloqueo. Deste modo, a interacción coa tecnoloxía punteira e novas aplicacións para a enerxía eólica facilita o mantemento da competitividade no eido internacional.





SUMMARY

Wind energy could play a significant role in modern societies by means of the diversification of the energy mix, the mitigation of the global warming, as well as through the creation of new technology paths and employment. Among these benefits, it should be highlighted the regional industrial diversification, triggered by the recombination of ideas, capabilities and technologies connected in cognitive terms to each other. In this regard, the emergence of this sector could absorb the supply of labour from declined sectors and reuse their infrastructure and technology. Then, wind energy could enhance short, medium and long-term regional resilience through fostering labour mobility, as well as developing competitive advantages in terms of new technology paths and market niches. The technology and know-how from the naval sector is usually suitable for wind energy. Thus, this renewable energy could make easier environment, social and economic sustainability, based on a comprehensive development of the sectoral value chain. In any case, these general impacts might differ across regions, depending on the degree of deployment, institutional setup and the development of supply-base capabilities.

Given the potential relevance of wind energy on the regional economy, it could be advisable to make this deployment easier through stimulating demand and supply-side policies and removing different institutional and technological barriers. However, specific regional singularities, such as institutional thinness, might undermine the set of policies implemented and, therefore, hindering sectoral development. In addition, geographical sectoral boundaries are diffuse, because a wide array of national and foreign agents and institutions usually take part in the development of industrial agglomerations. For this reason, it is also key to take into account how endogenous capabilities and policies interact with overseas agents and dynamics. Overall, sectoral emergence represents a complex process in which different contexts, agents and drivers should be kept in mind.

Galicia, a Spanish north-western region, has stood out as one of the main wind regional markets in terms of cumulative installed capacity. In spite of this fact, this peripheral region was not able to develop a comprehensive industrial value chain related to this renewable energy. Institutional thinness, such as a lack of dynamic clusters and complement institutions, legislative instability or a low innovative performance in the

supply-base could hinder the sectoral development in these kinds of industrial agglomerations. Moreover, these structural singularities could challenge “best practices” implemented in the global leading sectors, such as in Denmark or Germany. Thus, it should be advisable to adapt the policy program to each specific case, instead of implemented a general set of policies.

Concerning this general setup, this thesis has two main aims. The first main aim is to quantify the socioeconomic impact of this sector on the Galician economy in terms of employment creation (direct and indirect), GDP contribution, as well as the additional output generated. This aim is relevant because it allows estimating the economic size of the sector and the economic impacts on the regional economy. In addition, this analysis enables to assess the main features and trends of this sector over time, which makes easier the diagnosis of the status of the sector. The second aim of this thesis is to analyse the development of the Galician wind sector, focusing on the local supply-base capabilities and its interactions with the global value chain. Thus, it is possible to analyse the governance patterns established among local and foreign agents along the value chain and their impact on the sectoral development. The outcomes of this aim are useful for the design and implementation of a comprehensive policy program aimed at overcoming the structural weaknesses of the Galician wind sector, as well as building up a resilient multi-agent structure.

Regarding the methodology implemented in the quantification of the socioeconomic impact of the wind sector, it is based on the input-output (IO) approach. In particular, this analysis applies the Leontief Quantity Model (demand-pull), which is the most suitable methodology in order to assess the wind sector impact on the regional economy. In addition, this methodology is complemented with the RAS technique, a biproportional matrix adjustment, which makes easier updating technical coefficients. Likewise, this methodology includes a deep analysis of the value chain, which allows a disaggregation between temporal and permanent activities.

The diagnose regarding the development of the Galician wind sector is based on a holistic approach, that combines the systemic perspective of the Innovation Systems (IS) and the Global Value Chains (GVC) approach. This combined methodology could enlighten how the set of local capabilities, in charge of the added value creation and innovation generation, can modify governance patterns within global value chains, and vice versa. The combination of these two approaches encompasses the set of agents and

institutions involved in the creation and diffusion of economically valuable knowledge, as well as the governance patterns established among local and foreign firms. Thus, this combination could provide a more systemic overview of the dynamics involved in the sectoral development process. Finally, the design and implementation of the policy program to upgrade the Galician wind sector is based on the Target approach. Likewise, this systemic and evolutionary perspective is also based on the extended industry life cycle, in which the promotion of multi-agent structures depends on the development phase at the time. In this regard, the Target perspective is directly linked to the combined approach of the IS and GVC, because it takes into account the set of agents, institutions and policies involved in the sectoral development in each phase. Moreover, the design and implementation of the promotion policy program for the Galician wind sector is also based on in-depth interviews aimed at the main sectoral agents in Galicia and Denmark. In this regard, different agents were interviewed between 2011 and 2015, such as wind turbine manufacturers, utilities, sectoral associations and wind farm developers, among other agents.

The policy instruments analysed in this thesis are categorised into two different classifications, based on the kind of impact triggered and its temporal orientation. Firstly, the instruments which take part in the promotion of wind sectors could be demand or supply-side. In this regard, demand-side instruments are aimed at making easier the market penetration of wind energy. On the contrary, the main aim of supply-side instruments is building up supply-base capabilities in order to strengthen the value chain. Secondly, promotion instruments could be classified into short-term and medium/long-term instruments. Short-term instruments are linked to the first sectoral development stages, in which market creation is relevant in order to ensure minimum market conditions for the emergence of multi-agent structures. In contrast, medium and long-term instruments are aimed at building up supply-base capabilities and they define firm location determinants in the long-term. As examples, feed-in-tariffs or tendering processes are demand-side and short-term instruments. Nevertheless, local content requirements are supply-side and short-term instruments. Equally, technology infrastructure represents a supply-side and long-term instrument.

Wind energy has reached global diffusion due to an extensive deployment of onshore wind energy since the 1990s. Many developed and developing economies have taken advantage of this renewable energy, diversifying their energy portfolio, reducing

polluting emissions and creating employment. Although sectoral firms operate in a regional hub basis, the value chain is increasing global, with an important role of multinational firms and institutions. For these reasons, interactions among agents and institutions located in different areas and sectors are increasing relevant. However, there are diverse development paths around the world, which show a wide array of promotion policies, as well as competitive advantages and weaknesses. With regard to mature markets, Denmark was the pioneer in the commercial development of wind energy, based on large RD&D investments and a social consensus related to the main long-term guidelines. Likewise, United Kingdom stands out as the main market for offshore wind and its ambitious promotion policies in this field, which trigger a domestic industrial hub. Concerning emerging markets, China and India constitute high dynamic and large markets, in terms of cumulative installed capacity. Their catching-up policies usually rely on technology transfer mechanisms, joint-ventures with foreign firms, acquisitions and mergers, as well as direct interaction with the main global technology hubs.

The Spanish wind market was one of the global leading markets in terms of installed capacity until 2010, when legislative instability and the effects of the economic crisis undermine its development. As a relevant regional hub in the south of Europe, Spain was also able to develop an industrial and service value chain, which include domestic wind turbine manufacturers, multinational firms and auxiliary industry. Nevertheless, this development was not homogenous from the geographical perspective, because some regions concentrated the bulk of the industrial locations and others only the installed capacity. In fact, cumulative installed capacity is not necessary correlated to industrial critical mass in Spain. In spite of a small local market, Navarre and Basque Country stand out for their critical mass, as well as their policies focused on the promotion of an extensive technology network and R&D incentives. On the contrary, policies were usually more focused on increasing installed capacity than in promoting an industrial sector (“more is better” mentality) in Galicia, Castile and León, Castile-La Mancha, Andalucía and Aragón. Inside this group of lagging regions, Galicia and Castile and León were able to partially develop the wind value chain.

The Galician wind sector dates back to the early 1990s, when several utilities started to exploit this renewable resource. In general, the regional government has focused on the expansion of the local market, in terms of installed capacity, rather than building up a comprehensive sectoral framework. The authorisation process to grant

wind farms is one of the main reasons of such expansion, because the process depends on the wind farm developers' initiatives. Despite these general trends, there were some attempts to foster a regional industrial sector by means of local content requirement policies. However, it only represents a short-term supply-side instrument with small influence in long-term location determinants, and there are doubts whether wind farm developers fulfilled in practice these requirements. Likewise, the regional government tried unsuccessfully to increase the socialisation of the benefits triggered by wind energy through the promotion of small wind farms owned by local agents. During the period with a faster market growth, regional agents and institutions were not capable of building up competitive advantages upon specific technology infrastructure, R&D investments or significant joint-ventures projects, with the exception of some particular cases. In this regard, regional competitive advantages were built upon substantial primary resources and the previous existence of a naval sector.

One of the most recent relevant features of this wind sector is the legislative instability both at regional and national level since 2008. There were two completed different decrees in a small period of two years, and one of the public tendering was appealed in 2008. Moreover, the cuts in the remuneration schemes for renewable energies, as well as the economic crisis, undermine the sectoral development. Likewise, the regional government adopted a law in 2009, which established a new tax per wind turbine. All these changes reduce the potential cash flows and, therefore, discourage investment decisions, due to wind energy is a capital-intensive sector.

To sum up, the Galician wind sector is characterised by the lack of critical mass and technology infrastructure, as well as an increasing legislative instability concerning tendering procedures and remuneration schemes since 2008. According to interviewees, these features have a double impact on the sector and the regional economy. Firstly, the general low and medium innovative performance in the supply-base triggers several governance patterns, among local auxiliary industry and multinational firms, which are not resistant against global competition. In this way, the most common governance patterns are the modular, captive and market value chains. Secondly, legislative instability hampers investment in wind energy due to its negative impact on expected cash flows, as well as in the different criteria regarding tendering procedures. Hence, all these dynamics blocked a sectoral consolidation and maturation since 2008. Despite this general negative context, there are some promising initiatives, which try to diversify the

Galician wind sector, based on onshore wind, towards the offshore wind market. The main aim of this diversification is to take advantage of the expertise from the naval and the onshore wind sector in order to export components to the main European markets. In any case, these experiences are limited to a narrow array of contracts.

In spite of these aforementioned structural weaknesses and the recent slowdown, the Galician wind sector shows a remarkable socioeconomic impact on the regional economy. The industrial and service agglomeration related to this renewable energy triggers significant effects, in terms of employment creation, GDP contribution, as well as additional output increase during the period 2000-2010. In this regard, the Galician wind sector reached the highest value in terms of its contribution to the regional GDP (1,16%) in 2005. During the analysed period, the sectoral contribution varies between 0,40 and 1,16% of the GDP, reducing progressively its impact since 2007. Likewise, temporal activities, which include components manufacturing and installation of wind turbines, represents the lion's share of the sector economic activity. In addition, 0,5 euros of output is created per each euro invested in the sector.

One of the main sectoral characteristics regarding employment is the relative low level of labour intensity. If the sectoral GDP contribution represents 1,16% of the regional economy in its peak, and 0,40%, in its bottom, the direct and indirect wind employment could not overcome the cap of 0,52% of the regional employment (5,633 employees). Wind employment touched down in 2008, when the percentage was roughly 0,15% (1,765 employees). Estimations indicate that sectoral impact in terms of employment is less than a half of the GDP contribution. As it occurs with the GDP contribution, temporal activities represent the bulk of the total employment until the slowdown of 2008. At that moment, permanent activities (operation and maintenance, as well as production of electricity) are the main source of employment, due to the lack of new installed capacity. In any case, permanent activities are not labour-intensive and, therefore, it does not compensate the reduction of employment related to temporal activities. This is a consequence of a sectoral specialisation on home market expansion strategies. Thus, it should be advisable to foster repowering or increasing the integration in the sectoral global value chains through an upgrading program. Likewise, the employment triggered by the wind sector is also relevant in some industrial branches, such as manufacturing of electrical equipment, as well as of machinery and equipment. The direct and indirect employment created by wind energy in these branches represent

roughly 18% of the total employment in 2005. Despite the lack of sectoral technology centres, wind employment represents 5,5% of the Galician employment in R&D activities.

Given this socioeconomic impact of the wind sector in the Galician economy, as well as their opportunities, it should be advisable to design and implement a comprehensive policy program aimed at upgrading multi-agent structures and enhancing sectoral resilience. In this regard, it is key to restore past conditions, which made the Galician wind sector a vector for economic growth, and reshape this sector in order to face new challenges. Then, a dynamic and systemic policy program is proposed, based on the current situation of the Galician wind sector. This set of policies are framed in a three-phase program based on the target approach and information gathered through interviews with the main stakeholders. Likewise, its main aim is to strengthen the emergence phase and set the necessary conditions for sectoral consolidation.

Concerning the first phase, it is key to set the minimum market conditions which allow the recovery by means of increasing the level of demand (short-term policies). In addition, the diversification towards green transitions, based on local competitive advantages, is crucial to avoid the lock-in process and widen the market. According to the interviewees, setting stable clear guidelines in tenderings and the remuneration models could trigger new investments. As volatility stands out as one of the main drawbacks, it should be advisable to reach a long-term political commitment. A multicriteria regional bidding procedure which prioritises industrial plans and technology development could be a useful initial instrument. Repowering could also ensure markets conditions through a scrapping system which make easier the replacement of old and inappropriately positioned turbines with new and more efficient equipment. Concerning green transitions, there is a significant technological background and potential customers in the cattle industry, but it should be removed institutional barriers, such as the backup toll for the electricity produced and self-consumed. Moreover, small wind turbines could benefit from a specific premium tariff when the electricity is supplied to the grid. Likewise, offshore wind should be promoted because its emergence is based on the expertise in the naval and onshore wind sectors. In fact, fostering related variety is a good way of enhancing regional resilience.

Regarding the second phase, it is crucial to focus on location determinants and industrial policies to increase critical mass, as well as local capabilities. In this regard, multicriteria regional bidding procedures could foster the attraction of foreign direct investment and making easier knowledge exchanges through the promotion of manufacturing partnerships among local and international turbine manufacturers. Furthermore, professional firm training and the adoption of certifications could represent other way to upgrade the governance patterns within the value chain and reduce the risk of delocalisation. Finally, a regional technology centre could also play a relevant role, because small and medium firms do not have enough funds to undertake R&D activities, and they are captive in standard or low-value products. Hence, improving technology infrastructure and, therefore, the performance of the Galician innovation system, could shape governance patters and promote regional resilience.

Last but not least, the third phase is focused on the promotion of technology monitoring and international collaboration in order to avoid lock-in process. Then, the interaction with cutting-edge technologies and new applications for wind energy makes easier maintaining international competitiveness.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. Presentación	2
2. Motivacións e preguntas de investigación	3
3. Obxectivos e metodoloxía	5
4. Estrutura	8
 CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS SOBRE A ENERXÍA EÓLICA E O SEU PAPEL NO DESENVOLVEMENTO ECONÓMICO, SECTORIAL E REXIONAL.....	11
1. Introducción	12
2. O papel da enerxía eólica no cambio de modelo de desenvolvemento económico	13
3. Os efectos económicos do desenvolvemento sectorial no contexto rexional. A relevancia da resiliencia	17
4. As singularidades das economías periféricas no eido do desenvolvemento sectorial	22
5. Análise sistémica da innovación no eido sectorial. Axentes e políticas	25
6. Procesos de aprendizaxe, interacción e transferencia tecnolóxica para a mellora produtiva	30
7. A perspectiva das cadeas de valor no sector eólico	33
8. Os Sistemas de Innovación e as Cadeas de Valor Globais no sector eólico	37
9. O enfoque de políticas estratéxicas e a súa interrelación cos sistemas de innovación e as cadeas de valor globais	42
10. Conclusións	47
 CHAPTER 2. WIND SECTOR: HISTORICAL DEVELOPMENT, EVOLUTION, FEATURES AND RECENT TRENDS	51
1. Introduction	52

2. Background and emergence of the wind sector. Approximation to sectoral development from a technology, social and economic perspectives	53
2.1. <i>Historical development of wind energy</i>	53
2.2. <i>Environmental, socioeconomic and technological effects of wind energy</i> ..	56
3. Global evolution and trends of the wind energy sector.....	57
4. Main agents and features in the global value chain	63
5. R&D performance in the wind sector	66
5.1. <i>Public RD&D performance of the Spanish wind sector in the international context</i>	67
5.2. <i>R&D performance at firm level in the global wind sector</i>	71
6. Conclusions	74

CAPÍTULO 3. OS INSTRUMENTOS DE INTERVENCIÓN PÚBLICA PARA A PROMOCIÓN DO SECTOR EÓLICO

77

1. Introducción	78
2. As políticas da oferta e de demanda na promoción da enerxía eólica nun contexto dinámico.....	79
3. Políticas de promoción baseadas na creación de mercados e de fomento das capacidades produtivas no curto prazo	80
3.1. <i>Políticas de demanda</i>	81
3.2. <i>Políticas de oferta a curto prazo</i>	97
4. Políticas de promoción baseadas no desenvolvemento das capacidades industriais e tecnolóxicas no longo prazo	100
4.1. <i>Os incentivos ás actividades de I+D</i>	101
4.2. <i>A infraestrutura tecnolóxica de apoio</i>	103
4.3. <i>A compra pública verde</i>	107
5. Conclusións	109

CAPÍTULO 4. ANÁLISE DAS PAUTAS DE DESENVOLVEMENTO DO SECTOR EÓLICO A NIVEL INTERNACIONAL E REXIONAL

113

1. Introducción	114
2. Experiencias no eido internacional	115

2.1. <i>Os modelos de desenvolvemento da enerxía eólica exitosos</i>	116
2.2. <i>A enerxía eólica nos mercados emerxentes de China e India</i>	130
3. O sector eólico en España: características, tendencias e análise rexional	138
3.1. <i>Análise dos principais trazos do desenvolvemento do sector eólico en España</i>	139
3.2. <i>Análise rexional do sector eólico español</i>	151
4. Conclusións	171
 CAPÍTULO 5. A ENERXÍA EÓLICA EN GALICIA. EVOLUCIÓN, TENDENCIAS RECENTES E SITUACIÓN ACTUAL	175
1. Introducción	176
2. O marco institucional do sector eólico en Galicia e a súa evolución	177
3. O desenvolvemento eólico no contexto da política industrial e enerxética en Galicia	182
3.1. <i>Os Plans Eólicos Estratéxicos e os Plans Eólicos Empresariais</i>	183
3.2. <i>O Canon Eólico e o Fondo de Compensación Ambiental: recadación e investimento</i>	191
4. O tecido empresarial no sector eólico galego	197
4.1. <i>Metodoloxía de análise do tecido empresarial sectorial</i>	198
4.2. <i>Principais axentes no sector da enerxía eólica</i>	200
5. Tendencias recentes no sector eólico galego	226
6. Nivel de desenvolvemento e competitividade do sector eólico galego	232
7. Conclusións	236
 CHAPTER 6. ECONOMIC EFFECT OF WIND ENERGY ON THE GALICIAN ECONOMY	239
1. Introduction	240
2. Literature review about economic estimation of the wind energy sector	241
3. Analytical methodology	247
3.1. <i>Economic quantification methodology</i>	247
3.2. <i>Analytical framework and data</i>	250

3.3. <i>Updating matrix coefficients</i>	254
4. Regional economic impact of wind energy	255
5. Conclusions	263
 CHAPTER 7. DESIGN AND IMPLEMENTATION OF PUBLIC POLICIES TO PROMOTE THE GALICIAN WIND SECTOR FROM AN EVOLUTIONARY APPROACH.....	 265
1. Introduction	266
2. Methodology of the qualitative analysis	268
3. The target approach and its interaction with a multidisciplinary policy framework.....	270
4. Implementation of sectoral promotion policies within a peripheral economy. Singularities of the Galician wind sector	274
5. Policy recommendations for upgrading the Galician peripheral wind sector ..	278
6. Evidences of successful cases of upgrading and diversification processes in the Galician wind sector. The case of the offshore wind sector	282
7. Conclusions	288
 CONCLUSIONS	 293
1. Main conclusions.....	294
2. Policy implications for peripheral wind energy sectors	300
3. Limitations and future extensions	303
 BIBLIOGRAFÍA	 305
 ANEXOS	 323
ANEXO I. APÉNDICE NORMATIVO E DE XURISPRUDENCIA	325
ANEXO II. CUESTIONARIOS	331
ANEXO III: CONCLUSIÓN.....	343

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Preguntas de investigación e obxectivos da tese de doutoramento</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2. Estrutura da tese de doutoramento</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3. O sistema de innovación no sector das enerxías renovables</i>	<i>28</i>
<i>Figura 4. Transferencia tecnolóxica e aprendizaxe interactiva no sector eólico</i>	<i>32</i>
<i>Figura 5. Cadea de valor básica do sector eólico</i>	<i>35</i>
<i>Figura 6. Combinación dos enfoques dos SI e das CVG</i>	<i>40</i>
<i>Figura 7. Tipos de cadeas de valor</i>	<i>41</i>
<i>Figura 8. Interrelación do enfoque target coas perspectivas dos sistemas de innovación e as cadeas de valor globais.....</i>	<i>45</i>
<i>Figure 9. Wind electricity net generation distribution by world region (1983, 1990, 2000, 2012).....</i>	<i>55</i>
<i>Figure 10. Global renewable installed capacity evolution by technology (2000-2014)</i>	<i>58</i>
<i>Figure 11. Global cumulative installed wind capacity (1996-2013).....</i>	<i>59</i>
<i>Figure 12. Top ten markets by cumulative installed capacity (2013)</i>	<i>60</i>
<i>Figure 13. Main markets for the offshore wind energy (2012)</i>	<i>60</i>
<i>Figure 14. Main worldwide wind turbine manufacturers (2013).....</i>	<i>63</i>
<i>Figure 15. Total wind public RD&D in million USD (2014 prices and PPP).....</i>	<i>69</i>
<i>Figure 16. Total wind RD&D per million unit of PPP GDP</i>	<i>70</i>
<i>Figure 17. R&D intensity of the main global wind turbine manufacturers (2003-2013; in percentages)</i>	<i>72</i>
<i>Figure 18. Comparison between R&D intensity in Electronic & Electrical Equipment branch and the general performance of the top European firms</i>	<i>74</i>
<i>Figura 19. Evolución da potencia instalada en España prevista polo PER 2011-2020 e a potencia realmente instalada (2011-2020)</i>	<i>84</i>
<i>Figura 20. Principais instrumentos do réxime retributivo da enerxía eólica</i>	<i>87</i>
<i>Figura 21. Sistema de primas variable</i>	<i>91</i>
<i>Figura 22. Evolución da potencia acumulada terrestre e mariña en Dinamarca (2000-2014).....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 23. Empleados a tempo completo na industria eólica dinamarquesa (2006-2014).....</i>	<i>123</i>

<i>Figura 24. Exportacións da industria eólica dinamarquesa en millóns de euros (2006-2014).....</i>	<i>124</i>
<i>Figura 25. Correlación entre exportacións e emprego no sector industrial eólico dinamarqués</i>	<i>125</i>
<i>Figura 26. Evolución da potencia eólica acumulada terrestre e mariña en Reino Unido (MW, 2000-2014)</i>	<i>127</i>
<i>Figura 27. Evolución da potencia eólica acumulada en China e India (2000-2014)..</i>	<i>131</i>
<i>Figura 28. Evolución da potencia instalada acumulada e a súa taxa de variación en España (1999-2014)</i>	<i>140</i>
<i>Figura 29. Distribución da potencia instalada en España por promotores en 2014...</i>	<i>147</i>
<i>Figura 30. Distribución da potencia instalada acumulada en España por fabricante en 2014</i>	<i>148</i>
<i>Figura 31. Contribución ao PIB do sector eólico español en millóns de euros correntes (2005-2013)</i>	<i>150</i>
<i>Figura 32. Emprego xerado polo sector eólico en España (2005-2013).....</i>	<i>151</i>
<i>Figura 33. Distribución xeográfica da potencia instalada en España nas dez principais CC.AA. en 2014</i>	<i>152</i>
<i>Figura 34. Distribución xeográfica dos centros industriais do sector eólico en España, 2014</i>	<i>154</i>
<i>Figura 35. Evolución da potencia instalada en Navarra e no País Vasco (MW, 1998-2014).....</i>	<i>157</i>
<i>Figura 36. Evolución da potencia instalada en Galicia, Castela e León, Castela-A Mancha, Andalucía e Aragón (1998-2014).....</i>	<i>162</i>
<i>Figura 37. Evolución da potencia instalada en Galicia (1998-2014)</i>	<i>178</i>
<i>Figura 38. Ingresos (recadados e previsións) do Canon Eólico (2010-2015).....</i>	<i>194</i>
<i>Figura 39. Distribución dos investimentos iniciais do Fondo de Compensación Ambiental (2010-2015).....</i>	<i>196</i>
<i>Figura 40. Potencia instalada propiedade dos principais promotores de parques eólicos en outubro de 2014</i>	<i>204</i>
<i>Figura 41. Evolución do emprego nas principais empresas de consultaría e enxeñaría no período 2004-2014</i>	<i>206</i>
<i>Figura 42. Evolución dos ingresos de explotación das principais empresas de consultaría e enxeñaría no período 2004-2014 (miles de euros).....</i>	<i>207</i>
<i>Figura 43. Evolución do resultado do exercicio das principais empresas de consultaría e enxeñaría no período 2004-2014 (miles de euros).....</i>	<i>207</i>

<i>Figura 44. Evolución do emprego nos principais fabricantes de compoñentes de aeroxeradores no período 2000-2014.....</i>	<i>210</i>
<i>Figura 45. Evolución dos ingresos de explotación dos principais fabricantes de compoñentes de aeroxeradores no período 2000-2014 (miles de euros).....</i>	<i>211</i>
<i>Figura 46. Evolución do resultado do exercicio dos principais fabricantes de compoñentes de aeroxeradores (en miles de euros, 2000-2014)</i>	<i>212</i>
<i>Figura 47. Evolución do emprego nas principais empresas de construción civil no período 2000-2014</i>	<i>215</i>
<i>Figura 48. Evolución dos ingresos de explotación das principais empresas de construción civil no período 2000-2014 (miles de euros).....</i>	<i>216</i>
<i>Figura 49. Evolución do resultado do exercicio das principais empresas de construción civil no período 2000-2014 (miles de euros).....</i>	<i>216</i>
<i>Figura 50. Evolución do emprego nas principais empresas de fabricación e instalación de material eléctrico no período 2000-2014</i>	<i>218</i>
<i>Figura 51. Evolución dos ingresos de explotación das principais empresas de fabricación e instalación de material eléctrico no período 2000-2014 (miles de euros)</i>	<i>219</i>
<i>Figura 52. Evolución do resultado do exercicio das principais empresas de fabricación e instalación de material eléctrico no período 2000-2014 (miles de euros).....</i>	<i>220</i>
<i>Figura 53. Evolución do emprego nas principais empresas de instalación, operación e mantemento no período 2000-2014.....</i>	<i>223</i>
<i>Figura 54. Evolución dos ingresos de explotación das principais empresas de instalación, operación e mantemento (miles de euros, 2000-2014).....</i>	<i>224</i>
<i>Figura 55. Evolución do resultado do exercicio das principais empresas de instalación, operación e mantemento no período 2000-2014 (miles de euros).....</i>	<i>224</i>
<i>Figura 56. Características e tendencias recentes do sector eólico galego no período 2012-2015.....</i>	<i>227</i>
<i>Figura 57. Diamante de competitividade para o sector eólico galego</i>	<i>233</i>
<i>Figure 58. Estimation of the wind energy sector in terms of the Galician GDP (2000-2010).....</i>	<i>257</i>
<i>Figure 59. Estimation of the wind energy employment in terms of the total regional employment (2000-2010).....</i>	<i>259</i>
<i>Figure 60. Estimation of the wind energy employment in the branches affected directly by temporal and permanent activities (2000-2010)</i>	<i>261</i>
<i>Figure 61. Estimation of the wind energy employment in the main branches affected indirectly by temporal and permanent activities (2000-2010)</i>	<i>263</i>
<i>Figure 62. Stylized strategies in the emergence and consolidation of the wind sector</i>	<i>272</i>

<i>Figure 63. Evolution of the wind energy cumulative installed capacity in Galicia during the period 2000-2013</i>	<i>274</i>
<i>Figure 64. Sectoral evolution in the Galician wind energy industrial agglomeration</i>	<i>277</i>
<i>Figure 65. Main steps in the upgrading process of the Galician wind peripheral sector</i>	<i>279</i>
<i>Figure 66. Technology and knowledge interactions in the partnership between Bazán and Bonus (1996-2006)</i>	<i>284</i>
<i>Figure 67. Industrial linkages in the joint venture for the exploitation of the offshore markets (2014-2015)</i>	<i>288</i>



ÍNDICE DE TÁBOAS

<i>Table 1. Distribution of cost for onshore and offshore wind farms (in percentages)</i>	<i>65</i>
<i>Táboa 2. Clasificación dos instrumentos de fomento do sector eólico</i>	<i>80</i>
<i>Táboa 3. Principais características das infraestruturas tecnolóxicas básica e avanzada</i>	<i>104</i>
<i>Táboa 4. Principais políticas implementadas no sector eólico en Dinamarca (1997-2014)</i>	<i>120</i>
<i>Táboa 5. Principais políticas implementadas no sector eólico en Reino Unido (2002-2015)</i>	<i>129</i>
<i>Táboa 6. Principais políticas implementadas no sector eólico en China (2001-2014)</i>	<i>135</i>
<i>Táboa 7. Principais políticas implementadas no sector eólico en India (2002-2014)</i>	<i>137</i>
<i>Táboa 8. Principais políticas implementadas no sector eólico en España (1997-2015)</i>	<i>144</i>
<i>Táboa 9. Iniciativas e medidas para adaptar o sector eólico industrial vasco ás recentes tendencias da cadea de valor</i>	<i>160</i>
<i>Táboa 10. Taxas de variación anual acumulada da potencia instalada en Galicia, Castela e León, Castela-A Mancha, Andalucía e Aragón (porcentaxes, 1998-2014) .</i>	<i>163</i>
<i>Táboa 11. Políticas máis relevantes implementadas polos principais sectores eólicos rexionais españois</i>	<i>170</i>
<i>Táboa 12. Clasificación dos principais sectores eólicos rexionais españois</i>	<i>171</i>
<i>Táboa 13. Principais normativas e concursos eólicos en Galicia</i>	<i>179</i>
<i>Táboa 14. Obrigas dos promotores de PEEs e síntese do seu nivel de cumprimento..</i>	<i>188</i>
<i>Táboa 15. Potencia instalada total, PES e PES de titularidade municipal no ano 2010</i>	<i>190</i>
<i>Táboa 16. Principais empresas de consultaría e enxeñaría en Galicia no período 2000-2014</i>	<i>205</i>
<i>Táboa 17. Principais fabricantes de compoñentes eólicos en Galicia no período 2000-2014</i>	<i>209</i>
<i>Táboa 18. Principais empresas de construción civil de parques eólicos en Galicia no período 2000-2014</i>	<i>214</i>
<i>Táboa 19. Principais empresas de fabricación e instalación de material eléctrico en parques eólicos de Galicia no período 2000-2014</i>	<i>218</i>
<i>Táboa 20. Principais empresas de instalación, operación e mantemento de parques eólicos en Galicia no período 2000-2014</i>	<i>222</i>

<i>Táboa 21. Principais empresas establecidas en Galicia presentes no mercado da enerxía eólica mariña</i>	<i>230</i>
<i>Table 22. Literature review on the main studies concerning wind energy economic impact</i>	<i>245</i>
<i>Table 23. Wind energy sector branches with temporal effects on the economy.....</i>	<i>252</i>
<i>Table 24. Wind energy sector branches with permanent effects on the economy</i>	<i>253</i>
<i>Table 25. Estimation of the direct and indirect production triggered by the wind sector (thousands of euros, 2000-2010)</i>	<i>256</i>
<i>Table 26. Interviews with relevant stakeholders in Galicia and Denmark</i>	<i>269</i>



Listado de abreviaturas/Abbreviation list

AEE	Asociación Empresarial Eólica
APPA	Asociación de Produtores de Enerxías Renovables
ASIME	Asociación de Industriais Metalúrxicos de Galicia
BC	Before Christ
BOA	Boletín Oficial de Aragón
BOCL	Boletín Oficial de Castela e León
BOE	Boletín Oficial do Estado
BOJA	Boletín Oficial da Junta de Andalucía
BON	Boletín Oficial de Navarra
BOP	Balance de Planta
BOPV	Boletín Oficial do País Vasco
CC.AA.	Comunidades Autónomas
CDTI	Centro para o Desenvolvemento Tecnolóxico e Industrial
CENER	Centro Nacional de Enerxías Renovables
CFD	Contratos por Diferenza
CIEMAT	Centro de Investigacións Enerxéticas, Medio Ambientais e Tecnolóxicas
CLUERGAL	Clúster de Enerxías Renovables de Galicia
CNAE	Clasificación Nacional de Actividades Económicas
CNE	Comisión Nacional da Enerxía
CVG	Cadeas de Valor Globais
DOCM	Diario Oficial de Castela-A Mancha
DOG	Diario Oficial de Galicia
DWIA	Danish Wind Industry Association (Asociación Danesa da Industria Eólica)

EGA	Asociación Eólica de Galicia
EILC	Extended Industry Life Cycle (Ciclo de Vida Industrial Estendido)
EREs	Expedientes de Regulación de Empleo
EVE	Ente Vasco da Enerxía
EWEA	European Wind Energy Agency (Axencia Europea da Enerxía Eólica)
FDI	Foreign Direct Investment (Investimento Estranxeiro Directo)
FIT	Feed-In-Tariffs (Sistema de primas)
FP	Formación Profesional
GBAORD	Government Budget Appropriations or Outlays for RD&D (Créditos Orzamentarios Públicos de Investigación e Desenvolvemento)
GDP	Gross Domestic Product
GOE	Galician Offshore Energy Group (Grupo Galego de Enerxía Marítima)
GVC	Global Value Chains
GWEC	Global Wind Energy Council (Consello Mundial da Enerxía Eólica)
I+D	Investigación e Desenvolvemento
IDAE	Instituto para a Diversificación e o Aforro da Enerxía
IEA	International Energy Agency (Axencia Internacional da Enerxía)
IGE	Instituto Galego de Estatística
INEGA	Instituto Enerxético de Galicia
IO	Input-Output
IRENA	International Renewable Energy Agency (Axencia Internacional das Enerxías Renovables)
IS	Innovation Systems
ISO	International Organization for Standardization (Organización Internacional para a Estandarización)
JEDI	Jobs and Economic Development Impacts (Impactos no Empleo e no Desenvolvemento Económico)

kW	Kilovatio (Kilowatt)
kWh	Kilovatio hora (Kilowatt hour)
LCR	Local content requirement (Política de Contido Local)
MW	Megavatio (Megawatt)
NACE	Statistical Classification of Economic Activities in the European Community
NEV	New Energy Vehicles (Vehículo Eléctrico ou Híbrido)
NIMBY	Not In My Backyard (Non no meu patio trasero)
O&M	Operation and Maintenance (Operación e Mantemento)
OECD/OCDE	Organization for Economic Co-operation and Development/Organización para a Cooperación e o Desenvolvemento Económico
OHSAS	Occupational Health and Safety Assessment Series (Sistemas de Xestión de Seguridade e Saúde Ocupacional)
OMC	Organización Mundial do Comercio
ORED	Office for Renewable Energy Deployment (Oficina para a Implantación das Enerxías Renovables)
PANER	Plan de Acción de Enerxías Renovables en España
PEE	Parque Eólico Empresarial/Estratéxico
PEME	Pequena e Mediana Empresa
PER	Plan de Enerxías Renovables
PES	Parque Eólico Singular
PESG	Plan Eólico Sectorial de Galicia
PIB	Produto Interior Bruto
PIE	Programa de Investigación Electrónica
POC	Equipamento no Punto de Conexión
PPP	Purchasing Power Parity (Paridade de Poder Adquisitivo)
R&D	Research and Development

RD&D	Research, Development and Demonstration (Investigación, Desenvolvemento e Demostración)
RIPRE	Rexistro de Instalacións de Producción en Réxime Especial
RO	Renewable Obligations (Política de consumo obrigatorio de enerxía renovable)
SET-Plan	Strategic Energy Technology Plan (Plan Estratéxico de Tecnoloxía Enerxética)
SI	Sistemas de Innovación
SIS	Sectoral Innovation Systems
SODENA	Sociedade de Desenvolvemento de Navarra
SSI	Sistemas Sectoriais de Innovación
STS	Sentencia do Tribunal Superior
STSXG	Sentencia do Tribunal Superior de Xustiza de Galicia
SWTs	Small Wind Turbines (aeroxeradores de pequena potencia unitaria)
TS	Tribunal Supremo
TSXG	Tribunal Superior de Xustiza de Galicia
UNESA	Asociación Española da Industria Eléctrica
UTM	Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator
VEB	Valor Engadido Bruto

INTRODUCCIÓN



1. Presentación

O desenvolvemento do sector eólico transformou substancialmente os sistemas enerxéticos da maior parte das economías industrializadas e emerxentes, favorecendo a transición paulatina a un modelo máis sustentable baseado no aproveitamento de recursos renovables. Ao abeiro do desenvolvemento desta fonte de enerxía, xurdiron unha serie de axentes e institucións co obxectivo de fornecer á cadea de valor sectorial, así como de promover a mellora tecnolóxica. Deste modo, o impulso da actividade económica vinculada á enerxía eólica, favoreceu o dinamismo de diversas rexións e a aparición de novas sendas tecnolóxicas. Moitas economías beneficiáronse do impulso da enerxía eólica, mediante a xeración de emprego de calidade e tecnoloxía, e mesmo de novos mercados para a exportación. Así, aos beneficios medio ambientais e de seguridade enerxética sumáronse os socioeconómicos.

Dada a existencia dun réxime de ventos propicio, Galicia contou cunha situación de partida favorable para a explotación da enerxía eólica, incrementándose a bo ritmo a potencia instalada. Esta situación favoreceu o crecemento da masa crítica de axentes, localizados ao longo da cadea de valor, tanto locais como foráneos. Non obstante, esta tendencia cambiou completamente a partir do ano 2008, provocando un forte estancamento sectorial e o consecuente debate nas esferas políticas e empresariais das súas causas e consecuencias. O sector eólico pasou de representar un potencial vector de crecemento a converterse en fonte de inestabilidade e conflito.

As recentes dinámicas sectoriais negativas constitúen motivos suficientes como para preguntarse a razón pola cal se puido chegar a esta situación e cales poderían ser as medidas correctivas para modificar esta tendencia. A maior parte dos problemas socioeconómicos tenden a presentar unha perspectiva multifactorial e sistémica, polo que cómpre abordar, tanto a diagnose como as posibles solucións, dende unha perspectiva holística. Asemade, esta diagnose e as propostas en materia de política económica deberíanse apoiar en estimacións sobre os efectos económicos do sector na economía galega, así como a súa evolución temporal. Desta forma, pódese apreciar, dun modo máis preciso, a súa relevancia na sociedade.

A presente tese de doutoramento céntrase na análise sistémica do sector eólico que modificou, en gran medida, a paisaxe dos montes galegos e facilitou unha transición cara un sistema enerxético máis sustentable. Porén, a percepción de que a enerxía eólica

constitúe unha oportunidade perdida como sector estratéxico para Galicia estase a converter nunha idea estendida. Mais este traballo non só representa un intento de diagnose de feitos pasados, senón que pretende propoñer unha serie de estratexias para cambiar a tendencia imperante.

2. Motivacións e preguntas de investigación

A enerxía eólica representa, xunto coa hidráulica, unha das principais fontes de enerxía a nivel mundial, tendo en conta a potencia instalada acumulada e o desenvolvemento tecnolóxico dende o último terzo do século XX. A súa expansión xeográfica abrangue a maior parte das economías desenvolvidas e emerxentes e, en menor medida, aquelas en desenvolvemento. O fomento da enerxía eólica sustentouse, fundamentalmente, en motivacións medio ambientais e de seguridade enerxética. Así mesmo, percibiuse a este sector como unha fonte de creación de emprego. A pesar desta expansión a nivel global, o desenvolvemento do sector eólico presenta notables particularidades rexionais, emerxendo polos industriais de diverso tamaño e competitividade. Deste modo, pódese apreciar, ao longo do tempo, unha diverxencia espacial en relación ás pautas de desenvolvemento sectorial. Polo tanto, os efectos causados pola difusión da enerxía eólica tamén serán dispares.

Galicia foi escenario dunha expansión considerable da enerxía eólica dende mediados da década dos noventa do século XX, que modificou substancialmente a matriz enerxética rexional, así como a paisaxe de amplas áreas xeográficas. Asemade, ao abeiro da emerxencia deste novo sector, xurdiu un novo tecido produtivo coa finalidade de fornecer de bens e servizos a un mercado que creceu a taxas de dous díxitos practicamente ata o ano 2007. A relevancia rexional desta enerxía renovable quedou manifestada nas diferentes regulacións autonómicas e estatais que se centraron nos concursos eólicos e os plans industriais ou o réxime retributivo. Neste sentido, aos efectos positivos medio ambientais e de diversificación enerxética sumáronse os efectos socioeconómicos, posto que se percibiu coma un posible vector de crecemento económico. Así, o sector eólico pode contribuír á diversificación produtiva, creando riqueza e novos postos de traballo ligados coa promoción desta fonte de enerxía renovable. Porén, cómpre preguntarse a relevancia dos seus potenciais efectos positivos na economía galega, cuestión apenas investigada.

A pesar dun desenvolvemento inicial valorado como exitoso, baseado no notable incremento da potencia instalada, o sector eólico galego sufriu un estancamento significativo que impediu o seu progreso en termos de masa crítica e capacidades produtivas. Así, o sector eólico pasou de ser un dos sectores referentes da economía galega, a converterse nun sector sen apenas horizonte. Desta forma, existe un amplo espazo para a actuación a través das políticas de promoción, que teñan como obxectivo reverter este contexto sectorial, e fomentar a emerxencia e consolidación dun novo sector eólico galego. Dadas as singularidades de cada contexto de desenvolvemento rexional, deben analizarse as causas que levaron a esta situación ao sector eólico galego, así como os factores que poden remediar o estancamento e promover novas oportunidades e nichos de mercado.

Con base na relevancia da temática e as lagoas aínda existentes na literatura, as preguntas de investigación desta tese de doutoramento son as seguintes:

- En primeiro lugar, cómpre preguntarse cal é a dimensión e as potencialidades do sector eólico na economía galega. Noutras palabras, resulta fundamental coñecer os beneficios socioeconómicos derivados do desenvolvemento do sector eólico en Galicia. En definitiva, analizar as dimensións sectoriais e as potencialidades no tecido produtivo rexional pode axudar na diagnose do contexto sectorial e na propia xustificación das políticas de promoción.
- En segundo lugar, debe estudarse cal sería o conxunto de políticas e instrumentos que afectarían á emerxencia e consolidación dun sector eólico galego competitivo e inserido nas dinámicas internacionais. Este conxunto de políticas e instrumentos debe ter en conta as características socioeconómicas singulares da economía galega.

A cuantificación dos efectos económicos derivados do desenvolvemento sectorial representa unha análise fundamental para estudar a dimensión económica, así como as potencialidades da enerxía eólica en Galicia. Ademais, permite identificar os principais beneficios socioeconómicos no tecido produtivo e na sociedade galega. Estes efectos económicos positivos maniféstanse, principalmente, na creación de emprego e, na contribución sectorial ao PIB rexional.

A relevancia do conxunto de medidas orientadas a favorecer a consolidación sectorial explícase pola necesidade de realizar unha diagnose pormenorizada da

situación sistémica do sector eólico, e da promoción dun sector resiliente ante a competencia internacional. Neste sentido, a obtención dos máximos beneficios socioeconómicos teóricos derivados da expansión da enerxía eólica tan só sería posible nun contexto de desenvolvemento sectorial pleno e inclusivo social e economicamente.

3. Obxectivos e metodoloxía

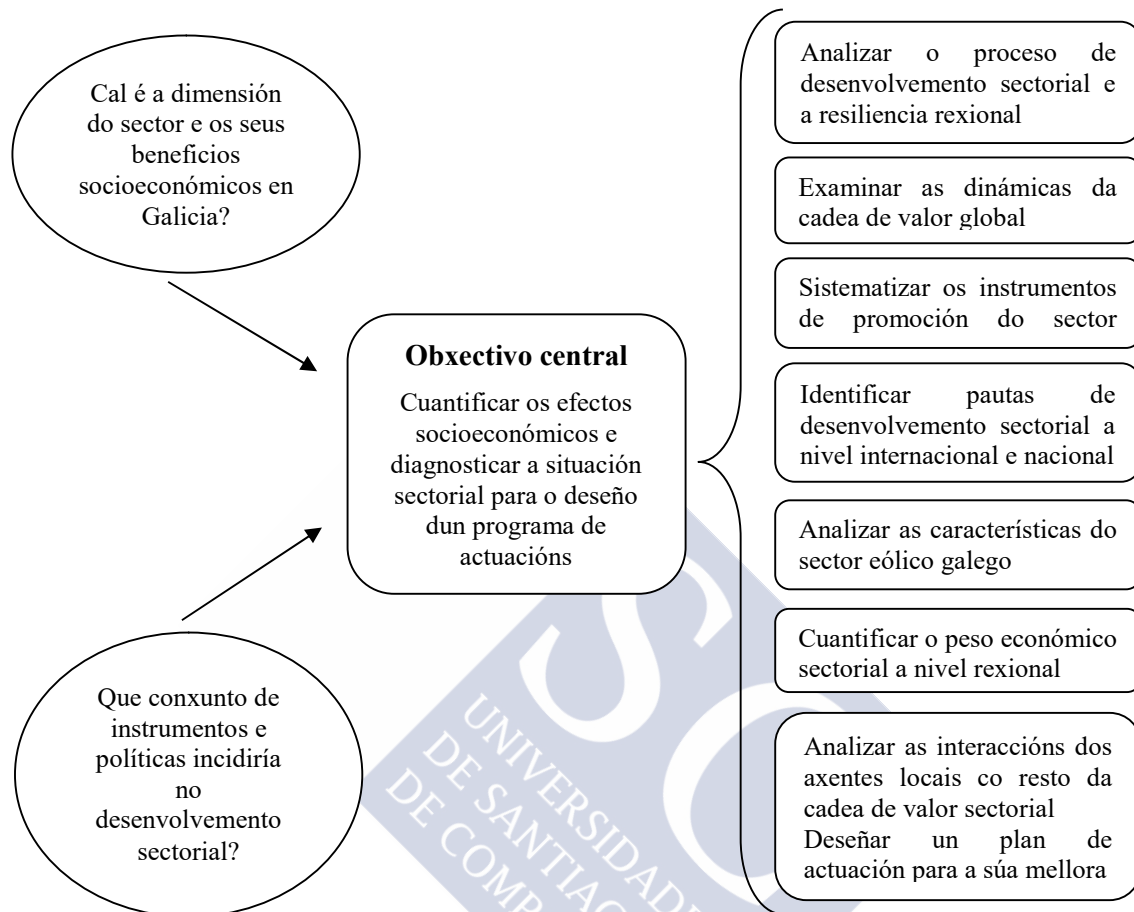
O obxectivo central desta tese de doutoramento é coñecer a relevancia do sector eólico e cuantificar os seus efectos socioeconómicos en Galicia. Asemade, preténdese realizar un diagnóstico da súa situación actual, que sirva de base para o deseño dun programa de actuacións. Este programa de actuacións ten como finalidade mellorar a competitividade e a resiliencia sectorial. A Figura 1 relaciona as preguntas de investigación co obxectivo central, así como cos sete obxectivos concretos enumerados a continuación:

- Analizar o proceso de desenvolvemento do sector da enerxía eólica, identificando o conxunto de axentes e interaccións que participan na cadea de valor e facilitan o proceso de innovación. Asemade, vincúlase a evolución do desenvolvemento sectorial coa resiliencia rexional e os seus efectos socioeconómicos. Desta forma, establécese un marco teórico sistémico e evolucionista para analizar o desenvolvemento sectorial e as interaccións entre o tecido produtivo local e os axentes foráneos da cadea de valor.
- Examinar as dinámicas da cadea de valor a nivel mundial, centrándose na evolución dos principais mercados e axentes, así como no desempeño innovador. Con esta análise perséguese caracterizar, dunha forma detallada, a cadea de valor global que interactúa cos axentes locais do sector eólico galego. Así mesmo, identifícanse as tendencias a nivel global, o que facilita o deseño do programa de actuacións para a mellora do desempeño sectorial.
- Sistematizar o conxunto de instrumentos, tanto polo lado da oferta como da demanda, dispoñibles para promocionar a enerxía eólica no curto, medio e longo prazo. Neste sentido, é preciso clasificar o abano de instrumentos en función do seu horizonte temporal, así como pola súa orientación. Esta análise constitúe a base para o deseño e implementación do programa de actuacións para incrementar a competitividade e resiliencia sectorial.

- Identificar as pautas de desenvolvemento sectorial, analizando a evolución de sectores eólicos líderes a nivel mundial, así como en economías emerxentes. Este obxectivo concreto esténdese á análise das diferentes pautas de desenvolvemento no eido rexional en España. O principal obxectivo consiste en poder contextualizar o desenvolvemento sectorial galego e identificar similitudes e diverxencias na evolución sectorial.
- Analizar as principais características e tendencias na evolución do sector eólico galego, atendendo ao eido institucional e aos principais axentes do tecido produtivo. Neste sentido, a análise abrangue o estudo dos instrumentos centrais en materia de política industrial e enerxética implementados en Galicia. Como resultado, poderase aproximar o nivel de desenvolvemento e competitividade do sector eólico galego, o que constituirá un pilar fundamental para análises posteriores aplicando un marco sistémico, evolutivo e dinámico.
- Cuantificar o peso económico do sector eólico a nivel rexional, mediante a análise dos efectos económicos positivos no tecido produtivo e na sociedade. En particular, é preciso estudar os efectos no emprego total e por ramas produtivas (directo e indirecto) e as súas características, os efectos de arrastre na economía rexional e a contribución sectorial ao PIB rexional. Con esta análise perséguese analizar a dimensión do sector eólico e os principais efectos na economía e na sociedade galega. Asemade, outro obxectivo esencial consiste no estudo das principais características e tendencias cuantitativas ao longo do tempo.
- Analizar, dende unha perspectiva holística, o desenvolvemento do sector eólico galego, atendendo tanto ás capacidades do tecido produtivo galego como as súas interaccións ao longo da cadea de valor global do sector. Desta forma, pódese examinar como os diferentes axentes, tanto locais como foráneos, interactúan na creación de valor e no propio desenvolvemento sectorial. Así, poderanse diagnosticar as debilidades e fortalezas sistémicas, así como analizar os principais factores que poden favorecer a emerxencia e consolidación sectorial. O obxectivo final baséase no deseño dun marco de actuación dinámico, que teña en conta as diferentes fases de desenvolvemento sectorial, dirixido á promoción do desenvolvemento e a resiliencia sectorial. Este programa de medidas a implementar ten como obxectivo corrixir as debilidades estruturais do sector

eólico galego, así como fomentar as fortalezas e as oportunidades potenciais de diversificación.

Figura 1. Preguntas de investigación e obxectivos da tese de doutoramento



Fonte: Elaboración propia

En relación á avaliación do impacto socioeconómico do sector eólico na economía galega, a metodoloxía de análise baséase no modelo input-output (IO). En particular, aplícase o modelo cuantitativo de Leontief (*demand-pull*), que constitúe a variante dos modelos IO que mellor se adapta para analizar o impacto na economía dos investimentos realizados no sector eólico. Asemade, o estudo complementábase coa análise da cadea de valor do sector eólico coa finalidade de desagregar os efectos económicos entre temporais e permanentes. Esta clasificación permite examinar pormenorizadamente os diferentes efectos económicos en relación ás súas dinámicas particulares, o que enriquece considerablemente esta análise. Ademais, aplícase a técnica RAS, que consiste nun axuste matricial biproporcional, co obxectivo de evitar

os coeficientes técnicos fixos, característicos dos modelos IO. Deste modo, conséguense resultados máis precisos.

A metodoloxía utilizada para realizar a diagnose do nivel de desenvolvemento do sector eólico galego e das súas interaccións ao longo da cadea de valor, baséase no enfoque sistémico que combina as perspectivas dos Sistemas de Innovación (SI) e das Cadeas de Valor Globais (CVG). Dita combinación facilita analizar como as capacidades do tecido produtivo local poden afectar ás pautas de gobernanza na cadea de valor eólica, e viceversa. Este enfoque combinado permite incluír, dunha forma sistémica, ao conxunto de axentes e institucións implicados na creación e difusión de novo coñecemento economicamente valorizable, e as pautas de gobernanza establecidas entre empresas galegas e estranxeiras. Así mesmo, esta perspectiva conxunta constitúe un avance en relación ao enfoque de clústers, posto que non ten en conta o que acontece fóra dos límites xeográficos do sector, e ao dos sistemas sectoriais de innovación, xa que non analiza as pautas de gobernanza.

Finalmente, o deseño e implementación do programa de actuacións para fomentar a emerxencia e consolidación do sector eólico galego segue a metodoloxía do enfoque de políticas estratéxicas ou target. Este enfoque sistémico, evolucionista e dinámico, baséase na idea do ciclo de vida industrial estendido, no cal a promoción de estruturas multiaxentes se realiza a través dun conxunto de políticas adaptadas á fase de desenvolvemento sectorial de cada momento. Ao ter en conta o conxunto de axentes, institucións e políticas implicadas no desenvolvemento sectorial ao longo do tempo, este enfoque implica adoptar a metodoloxía combinada do SI e das CVG.

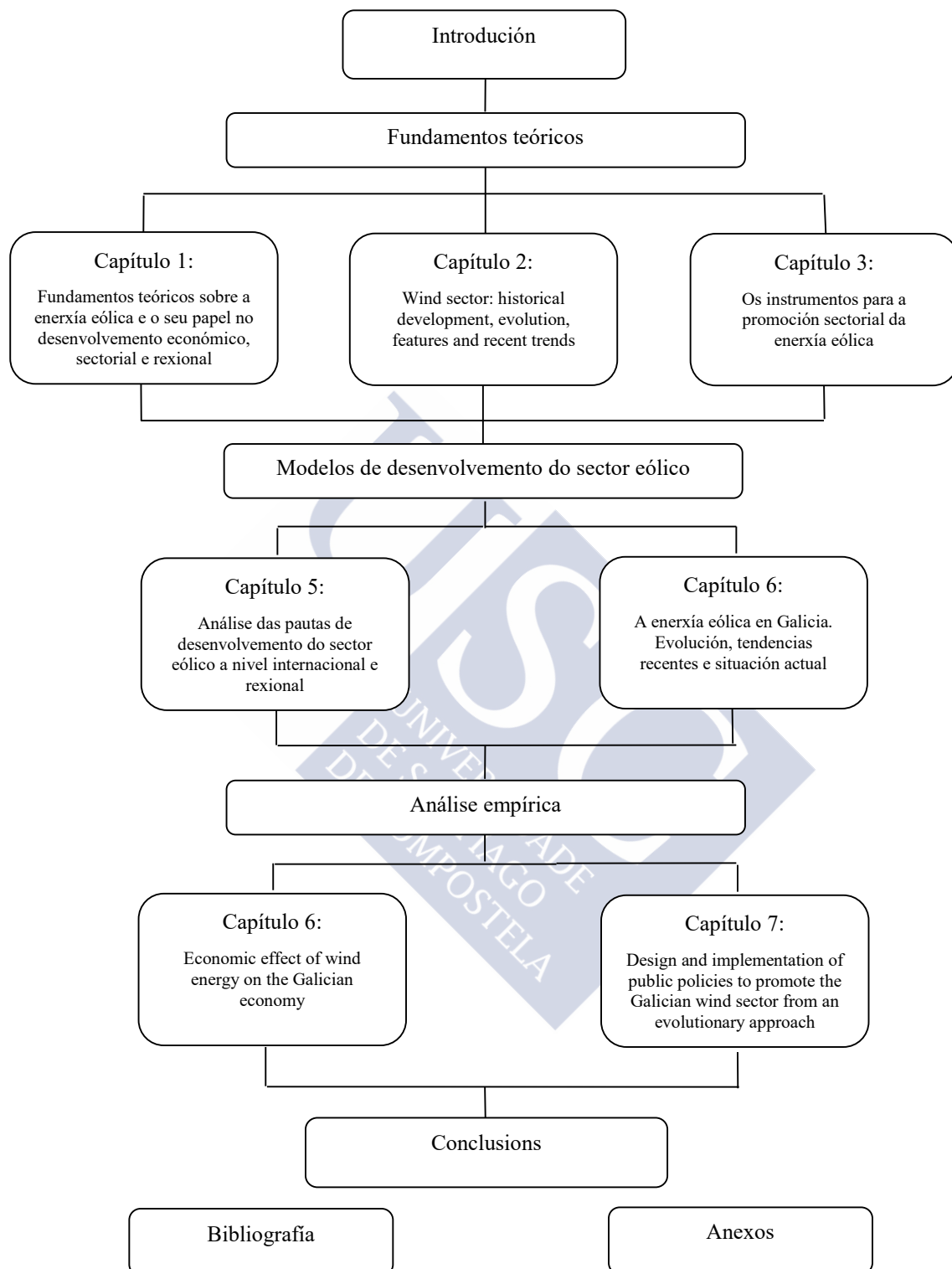
4. Estrutura

A estrutura desta tese de doutoramento inclúe sete capítulos, ademais da introdución, as conclusións, a bibliografía e os anexos (Figura 2). O primeiro capítulo analiza os fundamentos dos diferentes enfoques teóricos adoptados neste traballo. Neste sentido, estúdanse as principais características e interrelacións entre as perspectivas dos SI e das CVG, así como do enfoque de políticas estratéxicas de innovación ou target. Asemade, examínase o papel da enerxía eólica no desenvolvemento rexional e os diferentes axentes e políticas implicados neste proceso. O segundo capítulo presenta as principais características e tendencias do sector eólico a nivel mundial, centrándose na

evolución histórica e nos principais mercados e axentes presentes. O seguinte capítulo analiza os instrumentos de promoción do sector eólico, clasificándoos segundo o seu horizonte temporal (curto, medio e longo prazo), e a súa orientación (demanda ou oferta). O capítulo cuarto estuda diferentes experiencias de desenvolvemento do sector eólico a nivel internacional en mercados consolidados (como Dinamarca e Reino Unido), así como os principais modelos en mercados emerxentes (como China e India). Neste capítulo tamén se examinan as principais tendencias e características do sector eólico español e dos seus principais mercados rexionais, en termos tecnolóxicos e de potencia instalada acumulada. O quinto capítulo aborda a evolución histórica e a situación actual do sector eólico galego. Deste modo, analízase o eido institucional, os principais instrumentos implementados ao longo do tempo, así como as características centrais do tecido empresarial vinculado ao sector. Asemade, resáltanse as tendencias recentes do sector eólico. O sexto capítulo céntrase en cuantificar o impacto socioeconómico do desenvolvemento da enerxía eólica na economía galega no período 2000-2010, en termos de efectos de arrastre, contribución ao PIB e creación de emprego. Previamente á análise do impacto socioeconómico, explícase a metodoloxía seguida no estudo, que se basea no modelo input-output. O sétimo capítulo presenta o conxunto de políticas dirixidas á fomentar a emerxencia e consolidación do sector eólico galego a partir dunha análise minuciosa deste estudo de caso e a aplicación do enfoque evolucionista de políticas estratéxicas ou target. Ademais, sublíñanse exemplos recentes de estratexias empresariais exitosas no sector eólico galego e vincúlanse co programa de medidas proposto.

Finalmente, as conclusións resaltan as principais achegas do traballo, así como as consideracións e implicacións para o sector da enerxía eólica e o deseño de políticas públicas. Asemade, indícanse as limitacións do estudo e as futuras ampliacións. As referencias bibliográficas e os anexos pechan esta tese de doutoramento. O Anexo I inclúe a normativa e xurisprudencia empregada na utilización do traballo. O Anexo II presenta os distintos cuestionarios utilizados nas entrevistas realizadas durante esta investigación. Por último o Anexo III recolle as conclusións en galego, tendo en conta que se trata dunha tese que opta á Mención Internacional, polo que unha parte da tese debe ser redactada noutra lingua comunitaria e deben incluírse as conclusións nas dúas linguas utilizadas na tese.

Figura 2. Estrutura da tese de doutoramento



Fonte: Elaboración propia

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS TEÓRICOS SOBRE A ENERXÍA EÓLICA E O SEU PAPEL NO DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO, SECTORIAL E REXIONAL



1. Introducción

A enerxía eólica, polo seu carácter de fonte de enerxía renovable, ten a capacidade de influír nos modelos de desenvolvemento económico, pois contribúe a fomentar unha maior sustentabilidade ambiental e seguridade enerxética, así como a unha notable creación de emprego. Asemade, o desenvolvemento sectorial desta fonte renovable a nivel rexional pode desencadear maiores niveis de benestar socioeconómico, e tamén é susceptible de mellorar a estrutura produtiva e incrementar a resiliencia rexional. Deste modo, o desenvolvemento sectorial logra relevancia na política rexional. Non obstante, nun contexto de relacións produtivas máis globalizadas, cómpre adoptar un enfoque sistémico, atendendo a unha perspectiva poliédrica dos procesos de innovación e de desenvolvemento sectorial.

O obxectivo deste capítulo consiste en analizar teoricamente o desenvolvemento do sector eólico e o estudo da innovación, así como a resiliencia sectorial, adoptando a perspectiva analítica que mellor se adapta á realidade do sector eólico en Galicia. Neste sentido, a adaptabilidade debería ser entendida nun sentido dobre, é dicir, tanto sectorial como territorial. A metodoloxía utilizada baséase na revisión da literatura no eido do desenvolvemento sectorial, da innovación e das cadeas de valor. Realizarase, unha comparación dos principais trazos do enfoque dos Sistemas de Innovación e das perspectivas das Cadeas de Valor Globais, así como do enfoque de políticas estratéxicas (target).

Este primeiro capítulo estrutúrase en oito epígrafes, empezando con esta introdución. A epígrafe dúas estuda dunha forma xenérica o papel desempeñado pola enerxía eólica no desenvolvemento económico, así como os beneficios potenciais que pode xerar. Posteriormente, trátanse os efectos económicos derivados dos procesos históricos de aglomeración sectorial, e a súas implicacións na resiliencia sectorial e o deseño e implementación de políticas. Na seguinte epígrafe, analízanse as singularidades estruturais dos sectores en rexións periféricas e as súas consecuencias na implementación de políticas. Na epígrafe cinco examínase, o proceso de innovación no eido sectorial dende unha perspectiva sistémica. Na epígrafe seis compáranse os instrumentos de transferencia tecnolóxica e aprendizaxe interactiva no eido da aprendizaxe produtiva en sectores de áreas periféricas e en desenvolvemento. Na epígrafe sete descríbense as principais características xenéricas da cadea de valor do sector eólico. Na epígrafe oito intégranse as perspectivas dos Sistemas de Innovación e

das Cadeas de Valor Globais, así como a súa idoneidade para a análise sectorial. Finalmente, na última epígrafe conectarase dita combinación co enfoque target, que consiste nun instrumento sistémico e evolucionista centrado nas políticas para o desenvolvemento sectorial.

2. O papel da enerxía eólica no cambio de modelo de desenvolvemento económico

Dende a primeira revolución industrial no último terzo do século XVIII, o sistema económico mundial apoiouse progresivamente no consumo masivo de enerxía de orixe non renovable. A propia definición de recurso non renovable implica o carácter esgotable, debido a que a súa rexeneración mediante procesos naturais prodúcese nunha escala temporal moito maior que a humana. Neste sentido, estamos ante uns recursos finitos que provocarán un desabastecemento xeneralizado, de seguir a mesma traxectoria actual de desenvolvemento (Doldán, 2008; Doldán e Asociación Véspera de Nada por unha Galiza sen Petróleo, 2013). Dado que esta tipoloxía de recursos libera unha elevada cantidade de substancias contaminantes na súa combustión, o propio proceso de crecemento económico mundial tamén levou aparellada unha crecente degradación ambiental. Asemade, a alta dependencia dos combustibles fósiles, unida ás limitadas reservas, causaron ao longo do proceso de industrialización considerables tensións sociais e xeopolíticas. Deste modo, a sustentabilidade do modelo produtivo dominante, dende a tripla dimensión ambiental, económica e social, está en cuestión. Todo isto provocou o “redescubrimento” das enerxías renovables, que foron utilizadas dende os albores da civilización, como pode ser o caso da enerxía hidráulica ou a enerxía eólica (Menéndez, 2001; Doldán, 2008).

O consumo enerxético incrementouse considerablemente nas últimas décadas, como manifesta o feito de que o consumo de enerxía duplicouse no período 1973-2013 (IEA, 2015a), a pesar de padecer episodios recorrentes de elevadas subidas dos prezos dos combustibles fósiles, especialmente do petróleo¹. Estes incrementos dos prezos non

¹ Doldán (2008) sinala que, debido a que o consumo enerxético aumenta de forma exponencial e o descubrimento de novos xacementos non o fai coa mesma rapidez, existe unha tendencia a medio e longo prazo de incremento dos prezos. Neste sentido, o prezo do barril de petróleo Brent, de referencia en Europa, oscilou significativamente ao longo do período comprendido entre a última década do século XX e os primeiros anos do seguinte século. Esta banda de oscilación abrangue dende os 20 dólares

constituíron incentivos suficientes para unha transición cara unha economía baixa en carbono², na cal se poida disociar crecemento económico e maior degradación ambiental (Dosi e Grazzi, 2009). Deste modo, as evidencias empíricas sinalan que o sistema de prezos relativos, mediante o mecanismo de substitución dos bens que se encarecen por outros semellantes máis baratos, non funciona no caso do petróleo; polo que unha subida relativa dos prezos non causaría, automaticamente, a aparición de alternativas tecnolóxicas (Ib.). Nesta liña, diversos autores subliñan que existen barreiras de índole institucional que bloquean a substitución dos combustibles fósiles por enerxías renovables (Jacobsson e Lauber, 2006; Del Río e Unruh, 2007; Lewis e Wiser, 2007; Lund, 2009). Estas barreiras supoñen unha xustificación para a intervención pública e, polo tanto, para a implementación dunha serie de incentivos que faciliten a penetración no mercado.

A enerxía eólica constitúe unha fonte de enerxía continua, dado que a oferta non se ve afectada polo consumo humano, polo que ten a capacidade potencial de suplir os problemas económicos e medio ambientais derivados da utilización dos combustibles fósiles³. Neste sentido, o desenvolvemento da enerxía eólica a nivel mundial pretende conseguir unha serie de obxectivos que, en gran medida, están interrelacionados. O sector eólico, como parte do sector eléctrico, depende en gran medida das regulamentacións establecidas por diferentes niveis administrativos. A emerxencia e posterior consolidación desta enerxía renovable nos balances enerxéticos da maioría dos países desenvolvidos e nun crecente número de países en desenvolvemento, derivouse dunha serie de motivacións políticas.

Dada a diversidade de contextos e sendas de desenvolvemento, non existe consenso sobre a relevancia dos diferentes factores que promoveron o auxe da enerxía eólica (Marques et al., 2010; Aguirre e Ibikunle, 2014; Ydersbond e Korsnes, 2016). Non obstante, Ydersbond e Korsnes (2016) destacan a existencia de tres factores

norteamericanos da década dos noventa ata os preto de 140 dólares alcanzados entre os anos 2009 e 2014 (IEA, 2015a).

² O termo economía baixa en carbono (*low carbon economy*, en terminoloxía anglosaxona) indica un estadio do desenvolvemento dunha economía no cal as emisións de dióxido de carbono (CO₂) son inferiores ás requiridas para estabilizar as concentracións atmosféricas desta substancia na atmosfera. No Cumio Climático de París (COP21) de finais de 2015 acordouse limitar as emisións de gases de efecto invernadoiro, co obxectivo de que o incremento medio da temperatura non supere os dous graos centígrados en relación aos niveis preindustriais.

³ Cómpre mencionar que a utilización das enerxías renovables tamén causa un impacto medio ambiental vinculado coa propia fabricación, instalación e operación das instalacións (Carballo e Villasante, 2008). Non obstante, as enerxías renovables reducen, entre outros, os custos medio ambientais derivados da combustión e da extracción e transporte da enerxía primaria.

estruturais, que mesmo se poden considerar motivacións socioeconómicas e medio ambientais, que están xeralmente detrás do desenvolvemento da enerxía eólica dende os anos oitenta do século XX, incluso en contextos institucionais e históricos moi diferentes. Deste modo, cómpre mencionar como factores comúns a redución da polución e da emisión dos gases de efecto invernadoiro, o fortalecemento da seguridade enerxética nacional⁴, así como a diversificación industrial e a creación de emprego. Así mesmo, a relevancia de cada un dependerá das prioridades da axenda política e das sendas de desenvolvemento previas. Amer, Daim e Jetter (2016) tamén subliñan estas motivacións como factores que promoven o desenvolvemento do sector eólico en países en desenvolvemento, cun caso de estudo en Paquistán. Asemade, subliñan a necesidade dunha transición cara ás enerxías renovables en contextos de alta dependencia enerxética exterior e rápidos procesos de urbanización e industrialización que poidan incrementar as emisións contaminantes. Deste modo, a expansión da enerxía eólica tamén pode facilitar a redución da dependencia enerxética⁵, mediante a substitución de importacións de combustibles fósiles por enerxía eólica xerada no territorio.

Dende una perspectiva xeral, pódense sinalar varios efectos económicos positivos do desenvolvemento da enerxía eólica (Menéndez, 2001; Pedden, 2005; Pintor et al., 2006; Moreno e López, 2008; Lehr et al., 2008; Blanco e Rodrigues, 2009; APPA, 2014; Ortega et al., 2015). Desta forma, a fabricación de compoñentes, a instalación do equipamento, así como a operación e mantemento dos parques, ou a propia produción de electricidade; contribúen ao PIB e á xeración de emprego. Del Río e Burguillo (2009) afirman que aínda que a creación de emprego pode non ser moi cuantiosa a nivel absoluto, si que é relevante en relación ao emprego existente en moitas áreas rurais ou semiurbanas. Así, o efecto positivo a nivel territorial pode actuar como acicate para a fixación de poboación e de actividades económicas. Asemade, os efectos positivos no emprego non só se circunscriben á súa propia xeración, posto que emerxen outros efectos relacionados. Neste sentido, as evidencias empíricas sinalan que os traballadores do sector das enerxías renovables, entre as que se inclúe a enerxía eólica, reciben unhas remuneracións máis elevadas que os mesmos perfís profesionais

⁴ No caso de España cómpre salientar o efecto negativo das importacións de produtos enerxéticos no déficit estrutural da balanza comercial. Así, dúas terceiras partes do déficit comercial estatal en 2010 corresponden á rúbrica de produtos enerxéticos (Jiménez, 2011). Este fenómeno causa unha continua drenaxe de recursos cara as rexións produtoras de petróleo, acentuándose en períodos con alzas xerais dos prezos desta materia prima.

⁵ A modo de exemplo, as enerxías renovables evitaron importacións de produtos enerxéticos por valor de 7.309 millóns de euros en España no ano 2013 (APPA, 2014).

ocupados noutras fontes de enerxía (Manfred, Janser e Lehmer, 2015). Na cadea de valor da enerxía eólica participa persoal cualificado e especializado en moitas das tarefas de fabricación de compoñentes e instalación, así como nos servizos de enxeñaría e consultaría (BIC Galicia, 2009). En todo caso, os efectos económicos positivos dependerán, en última instancia, do tipo de vinculacións verticais, tanto cara atrás (provedores) como cara diante (clientes, institucións públicas); e horizontais (competidores), que se establecen no propio territorio e cos demais axentes a nivel mundial.

As enerxías renovables tamén poden xogar un papel decisivo no desenvolvemento económico e na cohesión territorial, especialmente en áreas rurais. Ao contrario do que acontece coas fontes de enerxías convencionais, a explotación do recurso eólico está distribuída ao longo do territorio, polo que tamén é preciso distribuír as tarefas de instalación e construción civil, así como as de operación e mantemento dos parques. Deste modo, unha parte considerable da creación de valor do sector eólico realízase *in situ*, sendo aínda máis relevante no caso da enerxía eólica mariña (Blanco, 2009). Asemade, unha parte das actividades de fabricación, en particular no caso dos compoñentes máis pesados, tende a establecerse preto de mercados cun tamaño significativo (Kirkegaard, Hanemann e Wescher, 2009). Del Río e Burguillo (2009) sinalan diversos efectos potenciais no eido rexional dos proxectos de enerxías renovables. Estes efectos positivos a nivel rexional poderían axudar a mitigar o despoboamento de amplas áreas rurais e promover o desenvolvemento económico, atendendo á sustentabilidade económica, social e ambiental (Burguillo e Del Río, 2008). Neste sentido, cómpre destacar os efectos cuantitativos e cualitativos no emprego (volume e tipoloxía do emprego creado), efectos na xeración de ingresos (socialización dos beneficios xerados), efectos demográficos (mantemento da poboación xove e atracción de fluxos migratorios), así como os efectos enerxéticos no eido do autoabastecemento. Tamén son relevantes os efectos na diversificación produtiva, no nivel educativo (relacionado coa formación da man de obra), na cohesión social e o desenvolvemento humano, na distribución de ingresos, no turismo ou no uso de recursos endóxenos locais (ao constituír un estímulo para os provedores locais).

Dende unha perspectiva galega, a enerxía eólica pode promover un cambio do modelo de desenvolvemento cara outro máis sustentable, posto que, xuntamente coa hidráulica, representa a principal achega das enerxías renovables ao balance enerxético

(INEGA, 2014a). Así mesmo, presenta a maior capacidade instalada, acadando os 3.221,2 MW a finais do ano 2014 (INEGA, 2016), o que constitúe case o 2,3% do total da UE, sendo unha cifra moi similar a de países como Dinamarca. España implementou unha serie de políticas, tanto a nivel autonómico como estatal, que permitiu o desenvolvemento desta fonte de enerxía dende comezos dos anos noventa (Matti e Consoli, 2015). Porén, nos últimos anos o sector sufriu un forte estancamento, debido á inestabilidade normativa e aos efectos da crise económica, acadando os 22.986 MW de potencia instalada acumulada no ano 2014 (AEE, 2015).

3. Os efectos económicos do desenvolvemento sectorial no contexto rexional. A relevancia da resiliencia

No proceso de emerxencia e posterior consolidación dun sector, a masa crítica de axentes e as súas interaccións tenden a incrementarse co paso do tempo, como consecuencia do propio proceso de desenvolvemento. En calquera proceso de aglomeración a nivel rexional poden xurdir economías de escala internas e externas (Krugman, 1991; Krugman e Obstfeld, 2006). A primeira delas derívase do incremento de capacidade produtiva a nivel empresa, é dicir, canto maior é a produción dunha empresa, menor é o seu custo medio (Krugman, 1991). Pola súa banda, as economías externas provocan unha redución dos custos nun sector, resultante da concentración da produción nunha área específica, aínda que a produción individual de cada empresa sexa limitada. Neste sentido, existen tres tipos de economías externas (Frenken, Oort e Verburg, 2007): as economías de localización, as economías de urbanización e as economías ou externalidades xacobianas.

As economías de localización poden causar incrementos da produtividade nas empresas dun mesmo sector establecidas nunha área próxima, xerados polas denominadas externalidades marshallianas. Marshall (1920) sinalou que un grupo de empresas podería ser máis eficiente que unha empresa illada, debido á emerxencia dun conxunto de provedores especializados, a aparición dun mercado laboral especializado, así como polo efecto desbordamento do coñecemento⁶ (*spillover effects*), derivado da difusión do coñecemento entre empresas dun mesmo sector concentradas

⁶ Os *spillovers* de coñecemento constitúen calquera coñecemento valioso xerado que se fai accesible a axentes externos. Este coñecemento é absorbido por axentes distintos aos que o xeran (Foray, 2006).

xeograficamente. Deste modo, pódense apreciar as sinerxías entre os axentes dun mesmo sector ou industria establecidos nunha área determinada, sendo os beneficios crecentes en relación ao tamaño da aglomeración.

As economías de urbanización constitúen o segundo tipo de economías externas, que non dependen do sector, derivándose da proximidade aos centros de decisión económica e política, así como a universidades, centros tecnolóxicos ou asociacións empresariais (Frenken, Oort e Verburg, 2007). Deste modo, situarse próximos a unha densa masa crítica de axentes de diferente natureza favorece o intercambio e produción de coñecemento, fomentando as innovacións e a capacidade de absorción (Ib.).

Finalmente, as externalidades xacobianas (Jacobs, 1969), orixínanse en aglomeracións industriais de diferentes sectores, pero que gardan certos lazos comúns en relacións ás bases tecnolóxicas empregadas. Estas externalidades xacobianas están relacionadas co concepto de variedade relacionada (*related variety*) (Frenken, Oort e Verburg, 2007), posto que a diversificación industrial en sectores que gardan algún tipo de vinculación tecnolóxica permite a recombinação⁷ e reutilización de ideas e prácticas entre sectores. Deste modo, as interaccións entre sectores mediante diferentes combinacións tecnolóxicas constitúen unha fonte de coñecemento moi relevante. Cooke (2009) sinalou a importancia desta tipoloxía de externalidades na emerxencia do sector eólico dinamarqués con base no sector naval situado na área de Xutlandia. Dese xeito, destaca que o sector eólico do país nórdico xurdiu por evolución do naval. Aínda que o factor de proximidade xeográfica e institucional é salientado para o xurdimento deste tipo de externalidades (Cooke e Huggins, 2002; Frenken, Oort e Verburg, 2007), existe un amplo abano doutras tipoloxías de proximidade (Boschma, 2005). Neste sentido, tamén cómpre mencionar a proximidade cognitiva (condición necesaria para as externalidades xacobianas), que se refire á proximidade do coñecemento utilizado polos axentes, así como a proximidade organizacional, relacionada co grao de autonomía e control que se exerce nos intercambios de coñecemento. Asemade, a proximidade social, que se define como a intensidade do enraizamento das relacións entre axentes, desempeña un papel clave. Xeralmente, conclúese que a proximidade cognitiva tende a ser a máis relevante, constituíndose coma unha condición necesaria para a aparición de aglomeracións industriais (Ib.).

⁷ O termo recombinar provén da palabra anglosaxoa “recombination”. Neste contexto, recombinar ideas e prácticas consiste na reutilización de coñecemento aplicado previamente a sectores tradicionais, en novas actividades produtivas.

Dado que as externalidades xacobianas poden estar causadas pola recombinação de ideas e prácticas de diversos sectores relacionados, a súa emerxencia pode facilitar a aparición de innovacións radicais e innovacións de produto (Frenken, Oort e Verburg, 2007). Asemade, este tipo de innovacións pode abrir novos nichos de mercado e, polo tanto, incrementar os niveis de emprego a nivel rexional. Neste sentido, as evidencias empíricas subliñan que as externalidades xacobianas constitúen un motor da creación de emprego, polo que as políticas públicas deberían estar orientadas a promocionar sectores relacionados co tecido produtivo existente (Ib).

Dende unha perspectiva xeral, diversos autores sinalan os beneficios a nivel rexional do desenvolvemento de economías de aglomeración, como poden ser os clústers (Markusen, 1996; García, 2011). Ditos beneficios son variados, presentando os máis destacados:

- Incrementan a capacidade da rexión para atraer investimento estranxeiro directo.
- Aseguran un maior crecemento económico no medio e longo prazo fronte a outras áreas que non contén con ditas economías de aglomeración.
- Illan á rexión da perda de empregos, derivada dos ciclos de negocios e o propio ciclo de gasto público.
- Facilitan a coordinación da investigación entre universidades, centros tecnolóxicos e empresas. Asemade, constitúen unha fonte de coñecemento compartido.
- Dependendo da tipoloxía de clúster e da especialización dentro da cadea de valor, conseguen unha mellora da distribución do ingreso mediante o incremento dos traballos cualificados.
- Favorecen a participación dos traballadores nas decisións empresariais.
- Melloran a orientación e especialización dos servizos de apoio ás empresas.
- E fortalecen a participación e a competencia na política rexional.

Deste modo, apréciase que o desenvolvemento de sectores a nivel rexional pode desencadear unha serie de efectos positivos que, en moitos casos, supera ás fronteiras do sector ou industria, beneficiándose o conxunto do territorio. Non obstante, como se sinalou anteriormente, os potenciais efectos positivos dependen, en gran medida, da

vinculación do novo sector co tecido produtivo previamente existente. Asemade, o propio alcance, así como a efectividade das políticas implementadas en relación á creación de masa crítica e interaccións, dependerá da conexión do sector co tecido produtivo.

En relación ao sector eólico, a base tecnolóxica dos produtos da industria de compoñentes está formada polos coñecementos no eido da electricidade e da mecánica. Desta forma, naquelas rexións nas que, con anterioridade, existía unha especialización da industria de transformados metálicos e de maquinaria de equipo, é nas que se sitúa un maior número de empresas manufactureiras vinculadas á actividade eólica (Martínez, Bayod e Pérez, 2002). O sector naval susténtase de empresas establecidas nestes elos da cadea de valor, polo que, tanto o equipamento e as instalacións, como o coñecemento acumulado; son susceptibles de aproveitarse para a fabricación de compoñentes no sector eólico. Esta recombinação de coñecemento e equipamento para outras finalidades, pode facilitar a aparición de sinerxías a nivel empresarial e sectorial, e de innovacións tanto radicais como de produto. A intensidade da recombinação de coñecemento será de maior relevancia, canto maior sexa a masa crítica e as interaccións entre axentes do sector naval. Deste modo, non só se aprecia unha transferencia de coñecemento codificado e tácito dun sector a outro, senón que, dependendo da intensidade da mutación das actividades principais desas empresas, podería dar lugar á creación dun polo ou clúster xacobiano⁸ por evolución (Cooke, 2009). Asemade, dado que unha parte importante dos elementos da cadea de valor son compartidos con outros sectores, non se parte de cero para promocionar o sector. Así, asegúrase unha maior probabilidade de éxito das políticas implementadas, en comparación coa promoción de sectores con escasas vinculacións co tecido produtivo do territorio (Frenken, Oort e Verburg, 2007).

Analizando as externalidades xacobianas e a aparición de clústers xacobianos por evolución, compróbase que a adaptabilidade dunha rexión ao longo do tempo, mediante a creación de novas sendas de crecemento, pode estar positivamente relacionada coa historia do seu tecido produtivo (Boschma, 2015). Se o novo sector compensa a diminución na actividade económica do sector tradicional do que

⁸ Un clúster constitúese por “un grupo xeograficamente próximo de empresas interrelacionadas e institucións asociadas nun determinado campo, unidas por trazos comúns e complementarios” (Porter, 1998, p. 215). Pola súa parte, os clústers xacobianos fórmanse a partir das novas combinacións de coñecemento entre dúas ou máis tecnoloxías que producen, por evolución, unha nova tecnoloxía nun espazo xeográfico determinado, presentando as características dun clúster (Cooke, 2009).

evoluciona, pode actuar nunha dobre dirección como un instrumento de adaptación ante un shock negativo, e tamén como un instrumento de adaptabilidade da economía rexional ante a aparición de novos mercados e tecnoloxías (Ib.). Asemade, as evidencias empíricas apuntan a unha menor probabilidade de deslocalización empresarial cando as empresas dun sector contan con outras empresas doutras industrias que manteñen unha proximidade cognitiva (Neffke, Henning e Boschma, 2011). Así mesmo, empiricamente subliñase que as empresas novas teñen unha ratio de supervivencia superior se contan con industrias relacionadas (Neffke, Henning e Boschma, 2012).

En todo caso, as externalidades de localización e as xacobianas poden coexistir durante algunhas fases do desenvolvemento sectorial. En primeiro lugar, poden xurdir externalidades xacobianas cando unha parte importante da cadea de valor do sector eólico emerxe a partir do sector naval. No caso de que o sector eólico continúe adquirindo masa crítica, poden aparecer externalidades de localización, derivadas do establecemento dun maior número de axentes nunha área determinada. Deste modo, ás externalidades xacobianas iniciais engádense os efectos das economías de aglomeración, como pode ser o desenvolvemento dun mercado laboral e de provedores especializados ou a posibilidade de efectos de desbordamento do coñecemento entre empresas do sector.

Na análise das externalidades xeradas polo desenvolvemento sectorial no eido rexional, deben terse en conta os efectos na resiliencia. A resiliencia sectorial está estreitamente vinculada coas externalidades positivas descritas anteriormente. Un tecido produtivo formado por un o varios conxuntos de sectores relacionados en termos de coñecemento constitúe unha estrutura produtiva que pode protexer á rexión de shocks negativos, e tamén permite a diversificación. Neste sentido, o concepto de resiliencia sectorial, nunha perspectiva evolucionista, refírese á capacidade dunha rexión para adaptarse a shocks negativos (mediante cambios nas pautas de desenvolvemento previamente existentes), así como á adaptabilidade para desenvolver novas sendas (Boschma, 2015).

O termo de resiliencia incorpora as características que debe reunir unha rexión no curto prazo para resistir as perturbacións externas (por exemplo, o cambio nas preferencias da demanda ou encarecemento de inputs); así como a capacidade a longo prazo de xerar novas actividades, co obxectivo de reducir a dependencia das actividades tradicionais (Boschma, 2015). A variedade relacionada, ou conxunto de sectores

vinculados en termos de coñecemento, permite unha adaptación no curto prazo ante un shock negativo, posto que habería mobilidade laboral entre sectores, pero dada a proximidade cognitiva existe a posibilidade dunha recombinação de ideas que facilite a emerxencia de novos sectores (Ib.). Segundo esta visión da resiliencia sectorial exposta por Boschma (2015), a historia do tecido produtivo é esencial para comprender como as rexións desenvolven novas sendas de desenvolvemento. Así, sublíñase que a dependencia do proceso histórico (*path-dependence*) non só pode limitar o desenvolvemento rexional, senón que tamén funciona como catalizador de novas sendas produtivas (Ib.). Deste modo, a variedade relacionada, derivada das externalidades xacobianas, representa un modo de asegurar a resiliencia sectorial, mediante o fomento das capacidades rexionais, a curto e longo prazo, nun contexto competitivo a nivel internacional.

4. As singularidades das economías periféricas no eido do desenvolvemento sectorial

Tradicionalmente, os traballos relacionados coa análise do desenvolvemento do sector eólico centráronse no estudo das sendas de desenvolvemento exitosas, nas que existía unha estrutura institucional sólida e masa crítica para explotar comercialmente o coñecemento (Jacobsson e Lauber, 2006; Breukers e Wolsink, 2007; Lewis e Wiser, 2007; Andersen e Drejer, 2008; Lund, 2009; Simmie, 2012). Nestes casos, o sector eólico puido constituírse sobre aglomeracións industriais competitivas a nivel internacional, con efectos de derrame (*spillovers*) significativos, como sucedeu nos exemplos dinamarqués ou alemán. Así mesmo, diversos autores sinalan as oportunidades do sector eólico en economías en desenvolvemento, e a súa evolución en mercados emerxentes, destacando especialmente o chinés (Pietrobelli e Rabellotti, 2011; Lema et al., 2011; Campos e Klagge, 2013). Non obstante, poucas contribucións analizaron o proceso de emerxencia e consolidación ou as barreiras ao desenvolvemento en contextos menos favorables, como as rexións periféricas.

As políticas de promoción e de mellora sectorial tenden a enfrontarse a debilidades institucionais estruturais, especialmente en sectores de rexións periféricas, nos que as mellores prácticas (*best practices*) ou políticas implementadas nos líderes tradicionais en enerxía eólica poden non ser as máis axeitadas. Ademais, nestas

aglomeracións periféricas, o punto de partida, así como a senda de desenvolvemento poden ser significativamente diferentes debido ás interrupcións no seu desenvolvemento e ás tendencias regresivas. O termo periférico non só está relacionado co eido xeográfico (Markusen, 1996; Tödtling e Trippel, 2005; Lagendijk e Lorentzen, 2007; Gorenstein e Molteni, 2011). Neste sentido, sectores en rexións periféricas poden manter fortes lazos coas rexións centrais⁹, a pesar dunha distancia xeográfica considerable (Lagendijk e Lorentzen, 2007). Os sectores en áreas periféricas tenden a amosar un baixo desempeño innovador, pautas industriais baseadas nos recursos naturais, así como ausencia de masa crítica e de infraestrutura tecnolóxica (Tödtling e Trippel, 2005; Gorenstein e Molteni, 2011). Así mesmo, a inestabilidade macroeconómica e a debilidade institucional tamén constitúen características esenciais das áreas periféricas. Neste sentido, incluso se un sector estivese localizado preto dun centro de decisión política ou de negocios, podería presentar estas características debido a eventos históricos ou shocks exógenos, entre outras razóns. Polo tanto, o termo periférico non ten porque asociarse co de marxinalidade económica, senón cunha serie de carencias que afectan especialmente ao eido do dinamismo innovador, característico das rexións centrais.

Dende unha perspectiva máis centrada no comercio internacional e no investimento estranxeiro, Benito e Narula (2008) e Narula e Guimón (2010) sinalan como característica das economías periféricas o reducido número de multinacionais establecidas nesas rexións, tanto subsidiarias como matrices. Asemade, resaltan as limitadas conexións ao longo da cadea de valor no comercio intermedio e final de bens, así como as reducidas contribucións ao progreso científico e ao eido das innovacións. No eido institucional, os mesmos autores tamén resaltan o reducido peso na toma de decisións en organizacións supranacionais e o limitado número de institucións formais que comparten coas rexións consideradas centrais.

A debilidade institucional (*institutional thinness*) sinálase como a principal característica das rexións periféricas e dos seus sectores, así como unha barreira para os procesos de innovación (Tödtling e Trippel, 2005). Esta debilidade institucional caracterízase pola ausencia de clústers ou aglomeracións industriais dinámicas e dunha rede de organizacións de apoio complementarias. Neste sentido, a carencia de masa

⁹ Segundo Lagendijk e Lorentzen (2007), os termos periférico e central pódense analizar en termos de diferenzas de poder.

crítica de axentes innovadores e a relevancia das empresas de pequeno e mediano tamaño, provoca un reducido desempeño innovador e, á súa vez, unha limitada capacidade de absorción do coñecemento (Ib.). Asemade, os sectores con maior masa crítica e máis activos nestas rexións tenden a situarse en actividades tradicionais, centrados nas innovacións incrementais e de proceso¹⁰ (Ib.). Dada a baixa densidade de axentes presentes, tampouco existe un conxunto de provedores de bens e servizos especializados e intensivos en coñecemento. Este feito unido ao baixo desenvolvemento das redes implicadas nos procesos de innovación (universidades, centros tecnolóxicos e demais organizacións de investigación¹¹), a rexión periférica amosa unhas limitadas capacidades de innovación e de absorción de coñecemento foráneo. Ademais, a debilidade institucional tamén pode manifestarse por unhas regulamentacións pouco estables, que non facilitan a toma de decisións en relación aos investimentos. Neste contexto, o propio proceso de desenvolvemento do sector eólico, así como as políticas de promoción implementadas, enfróntanse a unhas condicións iniciais pouco proclives á consolidación sectorial. Dado que o sector eólico se desenvolve ao longo de cadeas de valor globais, estas limitacións iniciais cobran maior relevancia debido ao papel central desempeñado polas interaccións entre axentes localizados dentro e fóra dos límites xeográficos rexionais. Neste sentido, a perda de competitividade internacional respecto a outros mercados pode desencadear un proceso de deslocalización. Non obstante, cómpre mencionar que non todos os sectores periféricos presentan as mesmas debilidades nin se rexistran coa mesma intensidade, polo que sería necesario un estudo individualizado.

Dende o punto de vista teórico, as principais actuacións en materia de política sectorial deberían orientarse ao fortalecemento e mellora das estruturas existentes, en termos de axentes, infraestrutura de apoio e interaccións (Tödtling e Trippel, 2005). Dadas as debilidades mencionadas do tecido produtivo, unha das prioridades podería consistir en fomentar as potenciais aglomeracións industriais mediante a aprendizaxe do coñecemento e técnicas punteiras (Ib.). Segundo os mesmos autores, tamén cómpre potenciar e vincular os recursos endóxeos co sistema de innovación e cos axentes clave foráneos. Así mesmo, este tipo de políticas sectoriais se deberían combinar con outras

¹⁰ As innovacións de proceso, segundo o Manual de Oslo, representan *“a introdución dun novo, ou significativamente mellorado, proceso de produción ou de distribución. Iso implica cambios nas técnicas, os materiais e/ou programas informáticos”* (OECD; Eurostat, 2005, p. 59).

¹¹ Hewitt-Dundas e Roper (2011) resaltan o papel desempeñado polos centros de investigación financiados por fondos públicos no desenvolvemento de capacidades produtivas nas rexións periféricas.

de carácter multidisciplinar, como pode ser o desenvolvemento da infraestrutura de coñecemento rexional e os programas de formación profesional (Ib.). Narula e Guimón (2010) indican que os investimentos estranxeiros poden desencadear efectos positivos directos e indirectos nos sistemas de innovación das economías periféricas. Os efectos de carácter directo refírense aos investimentos en I+D, ás innovacións introducidas no mercado local, así como ao emprego creado. Pola súa banda, os efectos indirectos inclúen o estímulo nas empresas locais para que incrementen a súa produtividade para competir coas subsidiarias das multinacionais (efecto competición); e o efecto demostración, que se orixina cando as técnicas das multinacionais se poden aplicar noutros sectores próximos cognitivamente.

Por todo isto, calquera programa de fomento sectorial en rexións periféricas debería comezar cunha diagnose da situación de partida, identificando as principais eivas en cada eido de actuación. Xeralmente, os problemas sectoriais revisten unha natureza estrutural e intrínseca ao tecido produtivo rexional, polo que sería preciso implementar unha serie de medidas multidisciplinares. En calquera caso, a mera copia dos modelos exitosos desenvolvidos noutros contextos significativamente diferentes podería causar a asunción de erros no deseño e implementación de políticas.

5. Análise sistémica da innovación no eido sectorial. Axentes e políticas

O proceso de innovación caracterízase pola súa continxencia, posto que en gran medida, actúan unha ampla variedade de axentes e interaccións; e a súa organización pode variar substancialmente en función do sector, do eido de coñecemento, do período histórico ou do contexto institucional nacional e rexional; entre outros (Pavitt, 2005; Malerba, 2005). Dada a amplitude deste eido de estudo, o principal obxectivo desta epígrafe consiste en introducir unha perspectiva sistémica na análise da innovación, co obxectivo de resaltar a diferente natureza dos axentes implicados, así como a multidisciplinariedade das políticas que se poden implementar. Non obstante, a análise do proceso de innovación no eido sectorial é crucial debido a que pode ter un impacto significativo, non só na creación e difusión de innovación, senón tamén na capacidade de absorción e na resiliencia sectorial a curto, medio e longo prazo.

A complexidade dos procesos de innovación en economías de mercado queda de manifesto, tanto polo número de axentes e organizacións partícipes como pola súa orixe

(Nelson e Winter, 1982; Dosi et al., 1988; Lundvall; 1992; Lundvall et al., 2002). Asemade, no caso do sector eólico, como peza fundamental dos sectores eléctricos contemporáneos, cómpre mencionar o papel fundamental do sector público nestes procesos, debido a que constitúe un sector moi dependente da regulación. Esta heteroxeneidade dos axentes implicados nos procesos de innovación no sector eólico, e en xeral nas enerxías renovables, conleva tamén unha elevada heteroxeneidade das políticas susceptibles de implementarse.

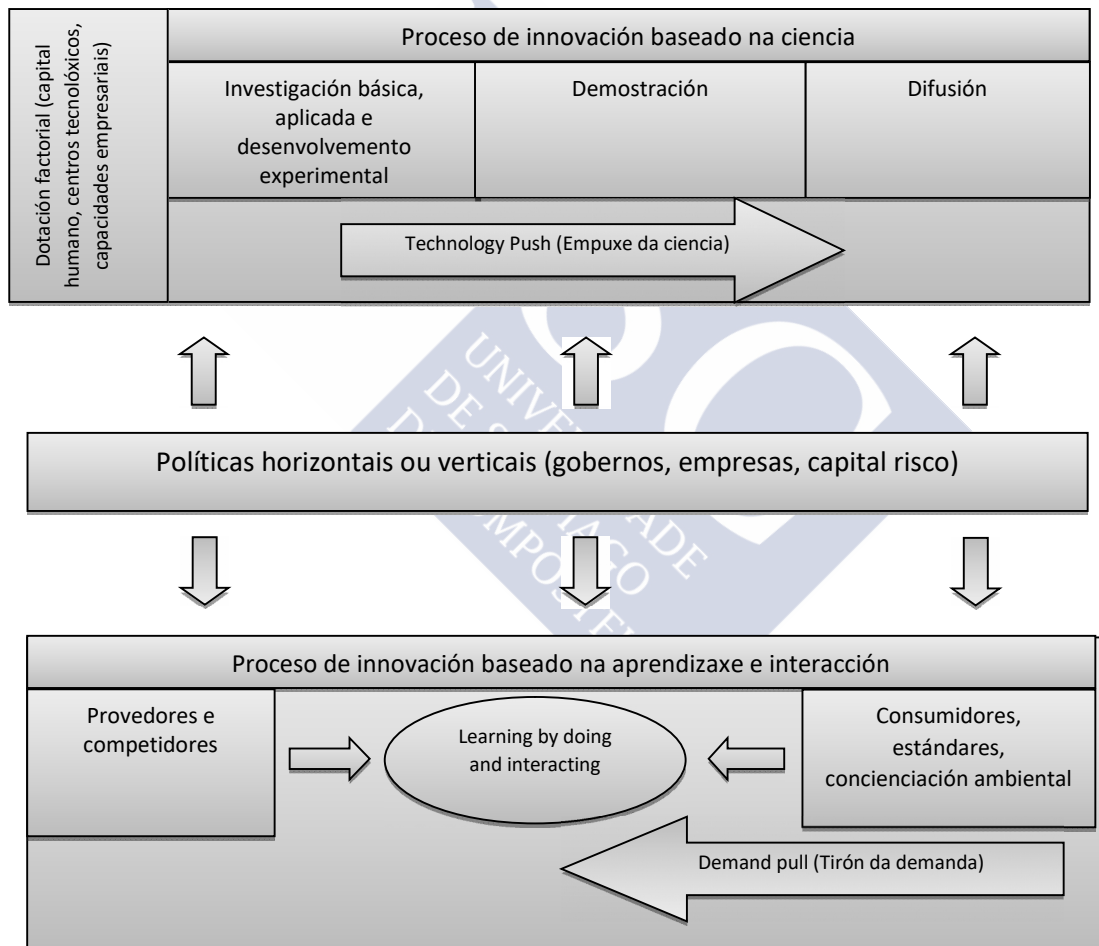
O enfoque holístico dos Sistemas de Innovación (SI) define o sistema de innovación como “un conxunto de elementos e interaccións que interactúan na produción, difusión e uso de coñecemento novo e economicamente útil” (Lundvall, 1992, p. 2). Deste modo, o proceso de innovación pódese dividir en tres fases, parcialmente superpostas, e que están influídas por diferentes dinámicas (Pavitt, 2005). A primeira consistiría na produción de coñecemento científico e tecnolóxico; a segunda comprendería a transformación deste coñecemento en artefactos; e a terceira englobaría a resposta ás necesidades do mercado, así como a súa influencia nelas, co obxectivo de adaptar os produtos e servizos aos requisitos da sociedade. Porén, non existe unanimidade sobre a incidencia de cada un destes axentes, posto que o enfoque dos Sistemas de Innovación resalta o papel central das empresas na valorización do coñecemento, e a perspectiva da tripla hélice resalta as interaccións entre universidade, empresas e sector público (Leydesdorff e Etzkowitz, 1998; Etzkowitz e Leydesdorff, 2000). En todo caso, o papel desempeñado polos diferentes axentes, institucións e as interaccións establecidas entre eles varían dependendo dos sectores, polo que é preciso realizar un estudo individualizado, a pesar dos trazos xerais (Cooke, Gómez e Etxebarria, 1997; Malerba, 2005). Co obxectivo de analizar as políticas orientadas ao fomento e consolidación do sector eólico, ao longo do presente traballo adoptárase a perspectiva conxunta dos Sistemas de Innovación e das Cadeas de Valor Globais. Deste modo, poderanse capturar as singularidades sectoriais e as interrelacións establecidas ao longo da cadea de valor, en termos de gobernanza entre os axentes locais e os estranxeiros. Non obstante, unha alternativa consistiría en adoptar o enfoque dos Sistemas Sectoriais de Innovación. Porén, non capturaría estas relacións de gobernanza, claves para moldear a súa vez os sistemas de innovación, así como as capacidades de mellora e de diversificación sectorial.

Diversos autores sinalan o papel central do sector público, nas súas diferentes configuracións (provedor de regulacións e institucións, empresario, demandante de bens e servizos, provedor de servizos de educación e investigación en universidades e centros tecnolóxicos, etc.), no desenvolvemento e consolidación sectorial, así como nas dinámicas dos sistemas de innovación (Gregersen, 1992; Markusen, 1996; Mowery e Sampat, 2005; Sánchez, 2006; Edquist e Zabala-Iturriagoitia, 2012; Díaz, 2012; Rolfstam, 2013; Edler e Yeow, 2016). Os procesos de emerxencia, consolidación e resiliencia sectorial son, en gran medida, inseparables dos procesos de innovación, posto que inciden na capacidade de absorción e na competitividade internacional dun sector determinado. O papel desta intervención pública nos sectores produtivos é transversal ao longo do proceso de emerxencia e maduración dun sector. Neste sentido, o tipo de políticas públicas a implementar dependerá, en gran medida, da fase de desenvolvemento, polo que os seus obxectivos e instrumentos son diversos, e cambiarán segundo as características e necesidades de cada fase. Deste modo, nas primeiras fases de emerxencia dun sector son necesarias políticas horizontais que favorezan o xurdimento de capacidades empresariais e a difusión do coñecemento entre os diferentes axentes, sen centrarse nunha tecnoloxía en particular. Polo contrario, en sucesivas etapas será necesario deseñar as tecnoloxías e eidos que sexan prioritarios para a sociedade, polo que os programas verticais ou estratéxicos entrarán nas axendas dos responsables do deseño e implementación de políticas (Fromhold-Eisebith e Eisebith, 2005; Avnimelech e Teubal, 2008).

As políticas públicas deben actuar tanto no fomento da masa crítica de actores no sector, como no aumento da capacitación tecnolóxica e innovadora, o que facilitará a consolidación dun polo ou aglomeración industrial e de servizos relevante no medio e longo prazo. A Figura 3 mostra este proceso para o sector das enerxías renovables, no cal as diferentes políticas, que poden emerxer da conxunción do sector público e privado, actúan no proceso de innovación pola vía baseada na ciencia (*technology push*); e pola vía máis dependente da interacción e a aprendizaxe produtiva, na que actúa o efecto da demanda de mercado (*demand pull*). Ámbolos dous procesos son complementarios e necesarios. Así mesmo, estes procesos constitúen un sistema de innovación, que estaría composto do conxunto de axentes e interaccións que colaborarían na creación, difusión e uso de coñecemento novo que se pode valorizar

economicamente (Lundvall, 1992). A difusión¹² do coñecemento e da tecnoloxía das enerxías renovables é crucial debido ao seu efecto polo lado da oferta, mediante novos investimentos en I+D, así como pola demanda mediante a creación dun mercado para estas fontes renovables (Del Río, 2007). Neste sentido, a innovación e a mellora tecnolóxica son decisivas para reducir os custos unitarios de produción e incrementar a eficiencia do equipamento. Ademais, as políticas de distribución das capacidades de aprendizaxe son claves para non excluír a ningún axente do cambio e reducir as resistencias sociais inherentes a este proceso (Gregersen e Johnson, 2008).

Figura 3. O sistema de innovación no sector das enerxías renovables



Fonte: Elaboración propia a partir de Pavitt (1984), Del Río (2007), Avnimelech e Teubal (2008)

¹² O obxectivo das políticas de difusión nas enerxías renovables consiste en facilitar a súa entrada no sistema enerxético, deste modo, avánzase ao longo da curva de aprendizaxe. Os instrumentos máis habituais para facilitar a difusión son as primas, que constitúen axudas á produción, así como os concursos eólicos, nos cales se compite por unha capacidade de produción ou por fondos. Así mesmo, os Certificados Verdes Negociables son outros instrumentos de difusión no que se fixa unha porcentaxe de produción de electricidade de fontes renovables (Del Río, 2007; Söderholm, 2008). No capítulo 3, referido aos instrumentos de promoción do sector eólico, analízanse con maior profundidade estes instrumentos.

Dende unha perspectiva baseada na ciencia, a infraestrutura tecnolóxica, entendida nun sentido amplo, é un factor crucial para o desenvolvemento das capacidades iniciais e das condicións necesarias para a preemerxencia de calquera novo sector. A existencia dunha oferta de capital humano cualificado e adaptado ás necesidades do sector e a presenza de centros tecnolóxicos con obxectivos específicos constitúen axentes catalizadores para a emerxencia de novos sectores. Ademais, a colaboración horizontal con universidades e outros centros de investigación pode ser determinante nas primeiras fases de desenvolvemento. Deste modo, compróbase que calquera política enerxética, sexa cal sexa a súa fonte central, necesita combinar unha serie de políticas de diferente índole, dende a industrial ou a educativa, pasando pola propia enerxética.

Dende a perspectiva da demanda, as políticas públicas tamén poden afectar ao proceso de innovación e de maduración dos sectores enerxéticos, a través de instrumentos de diferente tipo. De feito, o incremento da comercialización da produción de enerxía renovable, especialmente debido ao desenvolvemento do mercado, constitúe un obxectivo esencial para a política enerxética e un incentivo industrial decisivo debido ás curvas de aprendizaxe (Lund, 2009). No caso da enerxía eólica, existe unha intensa relación entre balances positivos de exportación e o tamaño do mercado interno, debido á consolidación da estrutura empresarial que crea barreiras de entrada para os potenciais competidores (Ib.). Neste sentido, as institucións poden establecer estándares referidos á produción de enerxía ou ao equipamento empregado (Lewis e Wiser, 2007); e así, fomentan a innovación incremental e o aumento da competitividade. O maior grao de concienciación ambiental por parte dos cidadáns e institucións pode favorecer unha maior demanda de enerxías renovables e, como consecuencia, incrementar os incentivos para realizar investimentos neste campo. O sector público tamén pode liderar o avance tecnolóxico indirectamente, mediante a compra pública innovadora (Edquist, 2010; Rolfstam, 2013). Isto significa que o sector público demanda novas tecnoloxías, bens ou servizos que aínda non existen no mercado, implicando a necesidade de innovar.

Por último, tamén se pode innovar mediante a colaboración vertical con provedores de maquinaria ou con competidores. Neste sentido, unha das vías máis comúns para innovar en sectores eólicos periféricos consiste na compra de nova maquinaria para integrala no proceso produtivo interno, o que derivaría, en termos de

Pavitt (1984), nunha pauta de innovación dependente dos provedores. Así mesmo, a colaboración con clientes presentes en diversos mercados tamén constitúe unha vía de adopción de novos estándares. En todo o proceso, compróbase a importancia decisiva das interaccións e da colaboración entre axentes. Desta forma, constátase a multidisciplinariade na implementación de políticas, especialmente, no caso do sector enerxético ao ser, tradicionalmente, un sector moi regulado. O fomento dun novo sector, como pode ser o eido das enerxías renovables, leva implícito o deseño e implementación de políticas de diferente natureza.

6. Procesos de aprendizaxe, interacción e transferencia tecnolóxica para a mellora produtiva

Na epígrafe anterior introducíronse as principais dinámicas dos procesos de innovación sectorial. Un dos principais instrumentos para a innovación sectorial nas economías periféricas e en desenvolvemento consiste na transferencia tecnolóxica e na aprendizaxe produtiva, co obxectivo da adopción das técnicas e prácticas máis punteiras. Este tipo de interaccións con axentes externos ao tecido produtivo local pode facilitar o proceso de mellora produtiva e, mesmo de diversificación cara sendas de desenvolvemento relacionadas cognitivamente. Deste modo, esta epígrafe analizará as dinámicas das principais modalidades de transferencia de coñecemento: de transferencia tecnolóxica e a aprendizaxe produtiva.

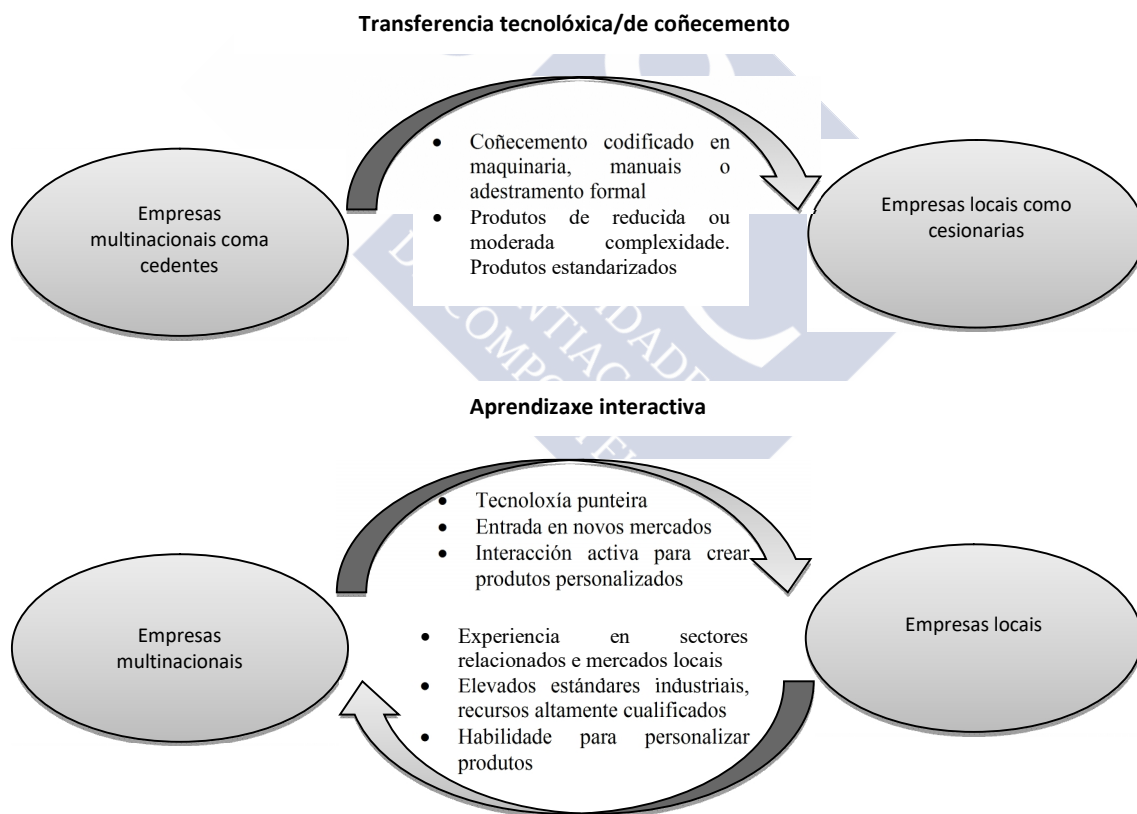
Tradicionalmente, as rexións periféricas e en desenvolvemento poden depender da transferencia de coñecemento tecnolóxico coma un instrumento para poder alcanzar procesos e tecnoloxías punteiros tecnoloxicamente. Fan e Watanabe (2006) afirman que o fortalecemento dos fluxos de entrada de tecnoloxía, así como a promoción das capacidades endóxeas, poden representar un conxunto de políticas axeitado para os países en desenvolvemento. Neste sentido, o receptor destes fluxos é susceptible de beneficiarse destes investimentos a través de artefactos e manuais, enxeñaría inversa, adestramento formal ou experimentación derivada das dinámicas do *learning-by-doing* (Bell, 1984; Kristinsson e Rao, 2008). Porén, as relacións entre o cedente e o cesionario do coñecemento pode non estar incluídas neste tipo de canle, porque as empresas precisan evolucionar ao longo do tempo e espazo, e dependen de características específicas de cada sector e tecnoloxía.

Unha das primeiras distincións entre o significado máis reducido de transferencia tecnolóxica e outras sendas de aprendizaxe tecnolóxica está baseada na diferenza entre tecnoloxía e coñecemento. Comunmente asúmese que a transferencia tecnolóxica incorpora o coñecemento tácito máis alá do conxunto de metodoloxías codificadas, ferramentas e procesos. Non obstante, a transferencia tecnolóxica e a de coñecemento constitúen dúas tipoloxías diferentes, con dinámicas diversas e con características específicas entre cedente e cesionario (Gopalakrishnan e Santoro, 2004). Esta distinción é incluso máis relevante nas actuais economías baseadas no coñecemento, nas que esta capacidade cognitiva que permite a acción intelectual e física, representa un dos principais activos económicos e tamén factor de crecemento económico (Foray, 2006). A transferencia tecnolóxica é un conxunto de ferramentas e metodoloxías dirixidas a modificar o contexto no que se desenvolven os axentes, codificadas en novos produtos, proxectos, manuais ou bases de datos. Pola contra, a transferencia de coñecemento representa unha fonte de coñecemento máis tácita, relacionada coas teorías e a experiencia que desencadea novas estratexias organizativas, novos procesos e, finalmente, novas capacidades e técnicas de resolución de problemas (Gopalakrishnan e Santoro, 2004). No caso dunha empresa, tamén poden ser simultáneas para xerar novas actividades de alto valor engadido (Gopalakrishnan e Santoro, 2004). Así mesmo, Cantwell (2009) amplía o concepto de transferencia tecnolóxica co obxectivo de incluír o coñecemento tácito nas competencias empresariais. Entón, a transferencia tecnolóxica engloba máis conceptos que o equipamento ou os datos. As capacidades de aprendizaxe convértese nun factor crucial para o desenvolvemento do *know-how* e novas estratexias organizacionais que poidan reformular o modo polo cal as empresas se enfrontan a cambios no contorno dos negocios.

Indistintamente de cal das dúas perspectivas anteriores se aplique, dende o enfoque tradicional sempre existe un fluxo de coñecemento tecnolóxico nunha dirección: dende o cedente ao cesionario (Wei, 1995; Bozeman, 2000; Kremic, 2003). En relación a este enfoque, no caso da enerxía eólica, semella que as empresas multinacionais realizan actividades de transferencia unicamente debido a estratexias de diversificación de riscos ou mercados en economías periféricas ou menos desenvolvidas; así, adoptan un papel máis pasivo (Pueyo et al., 2011). Non obstante, un paso máis alá desta perspectiva sitúase o enfoque da aprendizaxe interactiva, na que os

fluxos de coñecemento teñen lugar nas dúas direccións. O cedente pódese beneficiar, por exemplo, da experiencia do cesionario no mercado local, así como da súa capacidade de personalizar os produtos ou servizos para ese mercado (Kristinsson e Rao, 2008). Asemade, esta relación está baseada na confianza, e a gobernanza establecida entre as dúas partes require un papel máis activo de ámbalas dúas (Ib.). Dadas estas características vinculadas ás relacións entre axentes nun marco de aprendizaxe interactiva, as pautas de gobernanza¹³ establecidas poden ser de tipo relacional e, polo tanto, máis resilientes que outras baseadas só en relacións de mercado (baseadas no prezo) (Gereffi, Humphrey e Sturgeon, 2005). A Figura 4 mostra as principais singularidades e diferenzas destas perspectivas. Porén, o estudo da simultaneidade de ámbolos dous fenómenos na análise sectorial apenas está investigada.

Figura 4. Transferencia tecnolóxica e aprendizaxe interactiva no sector eólico



Fonte: Elaboración propia

¹³ O termo gobernanza refírese á "coordinación de actividades económicas mediante relacións de non mercado" (Humphrey e Schmitz, 2002, p. 1018).

En relación aos factores que desencadea calquera tipo de fluxo de coñecemento tecnolóxico, Pueyo et al. (2011) subliñan factores como a relevancia das estruturas institucionais e económicas (regulacións claras e estables) e a capacidade de absorción. Asemade, sinalan a importancia da demanda estable e de tamaño considerable nos mercados locais, e tamén a existencia de políticas de apoio polo lado da oferta e da demanda. Del Río and Unruh (2007), Lund (2009) e Campos and Klagge (2013) afirman que as condicións de demanda, sexa en mercados nacionais ou exteriores, representan unha premisa necesaria para a emerxencia do sector eólico. Así mesmo, Kristinsson e Rao (2008) establecen coma condición necesaria para a aprendizaxe interactiva, a existencia dun mercado local cun nivel significativo de demanda e potenciais nichos de mercado. Gilsing et al. (2011) sinalan que os fluxos de transferencia de coñecemento varían substancialmente entre sectores. Deste modo, as publicacións científicas, as patentes ou as empresas semilla académicas (*academic spin-offs*) son relevantes en sectores industriais baseados na ciencia (*science-based regime*). Porén, os programas de I+D conxuntos, a participación en redes profesionais ou o fluxo de doutores son importantes en sectores industriais máis dependentes do desenvolvemento produtivo (*development-based regime*). Dada a relevancia dos programas industriais de I+D conxuntos (Kristinsson e Rao, 2008), o sector eólico tende a situarse neste último caso.

En definitiva, conséntase a relevancia das capacidades do tecido produtivo local e do propio sistema de innovación local como un dos factores determinantes que explican a aprendizaxe interactiva. Neste sentido, esta tipoloxía de transferencia de coñecemento permite beneficiar a ámbalas dúas partes, fomentando a aprendizaxe ao longo do proceso, así como a diversificación cara sendas de desenvolvemento relacionadas tecnoloxicamente. Estas capacidades do tecido local son clave para poder obter o máximo proveito, en termos de fomento das capacidades empresariais locais, ante unhas boas condicións de mercado.

7. A perspectiva das cadeas de valor no sector eólico

O aproveitamento a nivel comercial da enerxía cinética do vento require a intervención dunha serie de axentes empresariais, dende a concepción da idea do proxecto de parque eólico ata a produción e comercialización da enerxía. Neste sentido,

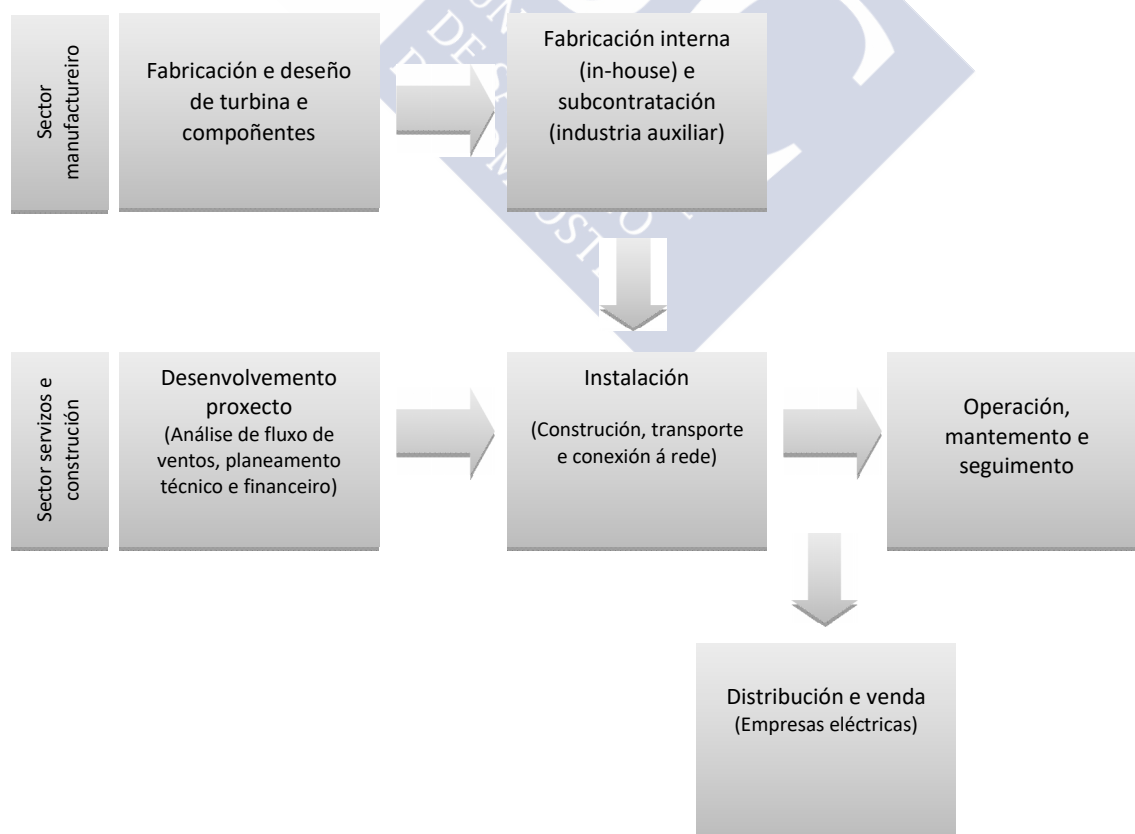
estes axentes proveñen de diversas ramas produtivas, como pode ser a fabricación de material eléctrico, a construción civil ou a consultaría. Deste modo, tanto as dinámicas internas como os graos de especialización dentro do sector eólico varían entre as empresas. Así mesmo, poden convivir empresas cunha forte vinculación co sector, en termos de dependencia económica, e outras nas que o sector eólico supón tan só unha diversificación das súas actividades principais. O elemento común consiste na colaboración na creación de valor co obxectivo final de explotar comercialmente o potencial eólico dunha área. Pódese dar o caso de que unha empresa interveña na creación de valor en máis dun sector, dependendo da versatilidade das súas actividades, como pode ser no caso eólico no que participan empresas do naval, construción civil, fabricación de material eléctrico ou consultaría.

Dende unha perspectiva teórica, as empresas que interveñen na creación de valor dun produto ou servizo determinado constitúen unha cadea de valor. Co obxectivo de ser máis precisos, pódese definir unha cadea de valor coma o conxunto de axentes a cargo do deseño, produción, marketing e venda dun produto ou servizo (Nooteboom e Wolthuis, 2005). Unha definición alternativa suxerida por Kogut (1985) considera que unha cadea de valor consiste na combinación de tecnoloxía, materias primas e traballo como recursos, así como as sucesivas tarefas de ensamblaxe, marketing e loxística. No caso da enerxía eólica, é posible definir dúas subcadeas de valor diferentes: a produción das turbinas e o seus compoñentes, e a produción de electricidade (Kirkegaard, Hanemann e Wescher, 2009). Porén, nesta tese de doutoramento adoptarase a división da cadea de valor do sector eólico establecida por Lema et al. (2011) e EWEA (2009), que incorpora a totalidade de tarefas requiridas para a produción de enerxía eólica, e que facilita a clasificación posterior destas tarefas entre actividades temporais e permanentes. A división entre actividades temporais e permanentes facilitará a análise do impacto socioeconómico da enerxía eólica, así como o deseño e implementación de políticas para mellorar dito sector. As actividades temporais engloban o conxunto de tarefas vinculadas coa realización do proxecto de instalación do parque eólico. Pola súa contra, as actividades permanentes son aquelas ligadas coa operación e mantemento das instalacións e a produción de electricidade.

A Figura 5 mostra a estrutura básica da cadea de valor do sector eólico, desagregando o subsector manufactureiro e o subsector de servizos e construción civil. No primeiro subsector inclúense as empresas encargadas do deseño e fabricación dos

aeroxeradores e os seus compoñentes. Neste subsector industrial pode existir unha integración vertical de actividades, cando grandes fabricantes mundiais realizan o deseño dos aeroxeradores e a fabricación de todos os seus compoñentes; ou poden externalizar parte das actividades a outras empresas (industria auxiliar). Non obstante, na realidade tende a prevalecer un esquema mixto, no cal os fabricantes producen certos compoñentes internamente (*core activities*) e externalizan outros. Así mesmo, poden elaborar internamente parte da produción dun compoñente e externalizar a outra parte, o que se coñece como a estratexia fabricación e compra (*make & buy*). Neste sentido, os grandes fabricantes tenden a producir internamente aqueles compoñentes nos que se teña unha vantaxe comparativa en termos de prezo e/ou calidade ou os tecnoloxicamente sensíbles, nos que exista unha elevada probabilidade de copia por parte do proveedor. Asemade, téndese a producir internamente cando non existen provedores que aseguren un subministro continuo e seguro de compoñentes. Neste último caso, a empresa pode optar pola estratexia de fabricar unha parte dos compoñentes e comprar outra, co obxectivo de evitar os embotellamentos (*bottlenecks*).

Figura 5. Cadea de valor básica do sector eólico



Fonte: Adaptado de EWEA (2009) e Lema et al. (2011)

O subsector de empresas de servizos e construción civil engloba o conxunto de axentes que participan no desenvolvemento do proxecto, na instalación do parque eólico, na operación e mantemento das instalacións, así como na distribución e venda da electricidade xerada. No primeiro elo inclúese o conxunto de actividades encargadas de analizar o fluxo de vento (a idoneidade do emprazamento), a valoración da viabilidade económica e técnica, e tamén a análise do impacto ambiental do parque eólico. Estas actividades poden ser desempeñadas por empresas de consultaría, ou realizadas directamente por departamentos das empresas promotoras. En segundo lugar, cómpre mencionar o conxunto de tarefas encamiñadas ao acondicionamento do emprazamento do parque eólico e á propia instalación dos aerogeneradores. Neste eido participa un conxunto heteroxéneo de axentes encargados do acondicionamento do emprazamento (drenaxe de terreos, construción de camiños, etc.), do transporte e instalación das turbinas, así como da conexión á rede do parque eólico. Posteriormente á posta en funcionamento do parque eólico, deben realizarse diversas tarefas orientadas a asegurar o correcto desempeño do parque eólico. Ademais da propia operativa habitual do parque eólico, é recomendable realizar un mantemento predictivo e correctivo das instalacións, reparando e cambiando as pezas que se deterioran. Ao comezo da vida útil, os fabricantes encárganse do mantemento dos aerogeneradores, pero despois do período de garantía tenden a realizalo empresas especializadas en mantemento de instalacións de enerxías renovables ou os propios propietarios dos parques eólicos. Finalmente, no último elo da cadea de valor sitúanse as empresas dedicadas á distribución e venda da electricidade xerada aos consumidores finais.

Asemade, un conxunto de cadeas de valor interrelacionadas pode constituír un sistema de valor (Nootboom e Wolthuis, 2005). Por exemplo, no sector eólico, as empresas dedicadas á fabricación da máquina ferramenta destinada á elaboración dos compoñentes dunha turbina poden constituír unha cadea de valor diferenciada da anteriormente descrita; pero ao estar vinculadas por un nexo produtivo, conforman un sistema de valor. Cómpre matizar que unha cadea de valor pode ser parte dun ou varios sistemas de valor, dependendo da adaptación do seu produto ou servizo ás necesidades dos diferentes procesos produtivos.

Os clústers poden incorporar a totalidade ou partes de diferentes cadeas de valor (Nootboom e Wolthuis, 2005). Dado que os clústers representan unha aglomeración

xeograficamente próxima de axentes do sector, unha das súas principais características é o seu marcado carácter territorial. Dependendo de diversos factores, como poden ser o grao de especialización ou os propios límites xeográficos do clúster, este tipo de aglomeracións industriais poden incorporar proporcións variables dos axentes dunha cadea de valor. Tanto o enfoque das cadeas de valor como o de clústers comparten aspectos como a relevancia das interaccións para o seus propios desempeños, pero o segundo enfoque confírelle máis relevancia aos axentes locais que aos globais (Humphrey e Schmitz, 2002). Isto representa unha notable limitación, especialmente naqueles sectores nos que as vinculacións entre clientes, provedores e competidores, así como as relacións a nivel institucional, superan os límites xeográficos dun clúster. O sector eólico constitúe un bo exemplo, posto que aínda que existe unha base rexional (arredor dos principais mercados), as relacións ao longo da cadea de valor establécense a nivel mundial (Kirkegaard, Hanemann e Wescher, 2009; Parrilli et al., 2012; Elola, Parrilli e Rabellotti, 2013). Debido a esta limitación, o enfoque que se utilizará ao longo do presente traballo será o de cadeas de valor globais, co obxectivo de subliñar a relevancia das vinculacións entre axentes a nivel mundial. Ao contrario do que acontece co enfoque de clústers, a perspectiva de cadeas de valor non ten en conta o papel desempeñado polas institucións (Pietrobelli e Rabellotti, 2011), polo que cómpre complementalo para a realización dunha análise sistémica. Deste modo, na seguinte epígrafe interrelacionarase co enfoque dos sistemas de innovación coa finalidade de superar esta limitación.

8. Os Sistemas de Innovación e as Cadeas de Valor Globais no sector eólico

A perspectiva sistémica facilita a análise das principais características e dinámicas dun sector, como tamén as súas ligazóns con axentes locais e foráneos e as políticas implementadas en diferentes niveis administrativos. Neste sentido, o desenvolvemento dunha estrutura completa require unha perspectiva sistémica baseada no papel desempeñado por axentes públicos e privados a nivel multidisciplinar. Tamén é esencial considerar as estratexias despregadas por empresas locais e multinacionais nun sector, especialmente no caso da enerxía eólica, porque a cadea de valor posúe un alcance global, cunha considerable presenza de empresas multinacionais en

aglomeracións rexionais (Kirkegaard, Hanemann e Wescher, 2009; Elola, Parrilli e Rabellotti, 2013). Entón, cómpre adoptar un enfoque que considere o papel desempeñado por empresas locais e multinacionais, especialmente cando o obxectivo consiste en mellorar (*upgrade*) ou renovar un sector no que as relacións internacionais cliente-proveedor son relevantes. Este proceso de mellora sectorial consiste en afrontar a competencia internacional mediante o incremento de valor engadido en produtos e servizos, e tamén moverse cara segmentos de mercados con barreiras de entrada (Humphrey e Schmitz, 2002). Giuliani, Pietrobelli e Rabellotti (2005) e Pietrobelli e Rabellotti (2011) definen diversos tipos de mellora sectorial. Neste sentido, as melloras de proceso refírense ao incremento do nivel de eficiencia a través da reorganización no sistema de produción. Unha mellora de produto consiste no incremento do valor engadido dese ben. Así mesmo, unha mellora funcional consiste na asimilación de tarefas novas por parte da empresa. Finalmente, unha mellora entre diferentes cadeas constitúe a adquisición de novas capacidades produtivas co obxectivo de trasladarse a outra cadea de valor.

O enfoque das Cadeas de Valor Globais (CVG) analiza en profundidade a tipoloxía de vinculacións que se establecen entre diversos axentes de diferentes economías dentro dunha mesma cadea de valor. Por exemplo, as relacións entre proveedor e comprador pódense basear en melloras de eficiencia en termos de custos, adopción de estándares industriais ou colaboracións no desenvolvemento de actividades de I+D. Así mesmo, o enfoque das CVG considera as consecuencias positivas e negativas destas relacións na economía, como pode ser o intercambio de coñecemento e innovacións ou a resiliencia sectorial. O risco de sufrir procesos de deslocalización ou de estancamento no coñecemento (*lock-in*), cando os provedores tan só realizan un abano reducido de tarefas, tamén é relevante para este enfoque (Humphrey e Schmitz, 2002; Giuliani, Pietrobelli e Rabellotti, 2005; Elola, Parrilli e Rabellotti, 2013). Asemade, a adopción deste enfoque é clave en economías en desenvolvemento, porque os diferentes tipos de coñecemento e capacidades produtivas non tenden a estar presentes ou non son susceptibles de ser absorbidos dunha maneira rápida polo sistema local (Rosiello et al., 2013). Neste sentido, existen evidencias empíricas que suxiren que as políticas públicas centradas na atracción de investimento estranxeiro directo poderían fomentar as aglomeracións industriais mediante a atracción de provedores altamente especializados, bolsas de traballo cualificadas ou o estreitamento de lazos de

colaboración universidade-empresa (Giblin e Ryan, 2012). Non obstante, o enfoque das CVG non presta atención ás institucións locais, as cales desempeñan un papel decisivo na adopción de innovacións (Pietrobelli e Rabellotti, 2011).

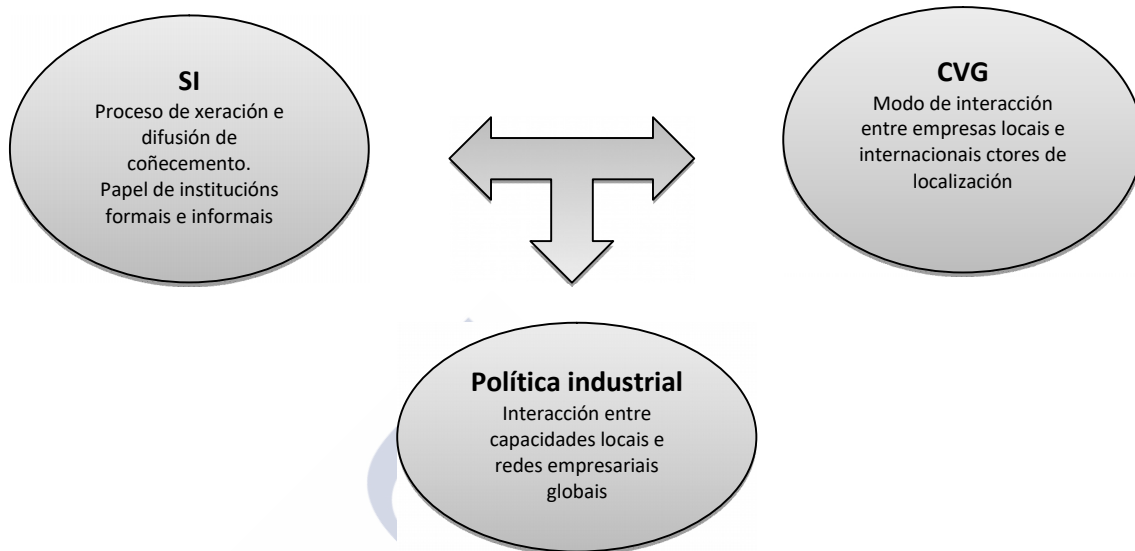
A perspectiva dos sistemas de innovación (SI), orixinalmente desenvolvida por Dosi et al. (1988), Lundvall (1992) e Nelson (1993), constitúe un enfoque sistémico. Esta perspectiva pode ser aplicada a nivel nacional e rexional (Cooke, 2001, 2004, 2009), así como a nivel sectorial (Malerba, 2005). Así mesmo, o enfoque dos sistemas de innovación permite ter en conta a todos os axentes e interaccións que interveñen na creación e difusión de novo coñecemento susceptible de valorización económica (Lundvall, 1992; Lundvall et al., 2002). A pesar de que o enfoque dos SI incorpora o papel das institucións, non considera o papel desempeñado polas redes intraempresa e entre empresas, como tampouco o papel desempeñado polas cadeas de valor globais no intercambio de coñecemento e innovacións (Pietrobelli e Rabellotti, 2011).

A combinación de ámbalas dúas perspectivas, cadeas de valor globais (CVG) e sistemas de innovación (SI), permite construír capacidades produtivas a partir da interacción entre as empresas multinacionais e as institucións formais e informais, sendo estas últimas omitidas polo enfoque das CVG (Altenburg, 2006). A principal vantaxe desta combinación consiste en considerar a amplitude sistémica da perspectiva dos SI, e a gobernanza internacional das CVG. A contribución en relación á gobernanza representa unha vantaxe en relación aos enfoques dos sistemas sectoriais de innovación e dos sistemas rexionais de innovación¹⁴. Así mesmo, a combinación dos dous enfoques pode superar a desvantaxe de reducir á escala rexional ou local a perspectiva dos SI en contextos nos que as conexións globais son moi relevantes (Nuur, Gustavsson e Laestadius, 2009). O principal obxectivo desta combinación é comprender o proceso sistémico de mellora e de resiliencia sectorial ante a competencia internacional. A estrutura e o desempeño do SI moldea a gobernanza entre os axentes locais e o resto de elementos da CVG (Pietrobelli e Rabellotti, 2011). Neste sentido, o SI pode facilitar que as empresas locais asimilen coñecemento estranxeiro, adopten estándares internacionais e adquiran novas competencias. Dese xeito, a gobernanza dentro da cadea de valor é susceptible de cambiar en función do desempeño do SI. Como resultado desta

¹⁴ Os sistemas sectoriais de innovación non teñen en conta o papel desempeñado polas políticas do eido rexional e multidisciplinar nos procesos de mellora sectorial. No caso dos sistemas rexionais de innovación, apenas existen mencións ás redes empresarias internacionais (Tödtling e Trippel, 2005).

combinación (Figura 6), as políticas industrial, tecnolóxica e de innovación emerxen como complementarias (Niosi, 2011; Rosiello et al., 2013).

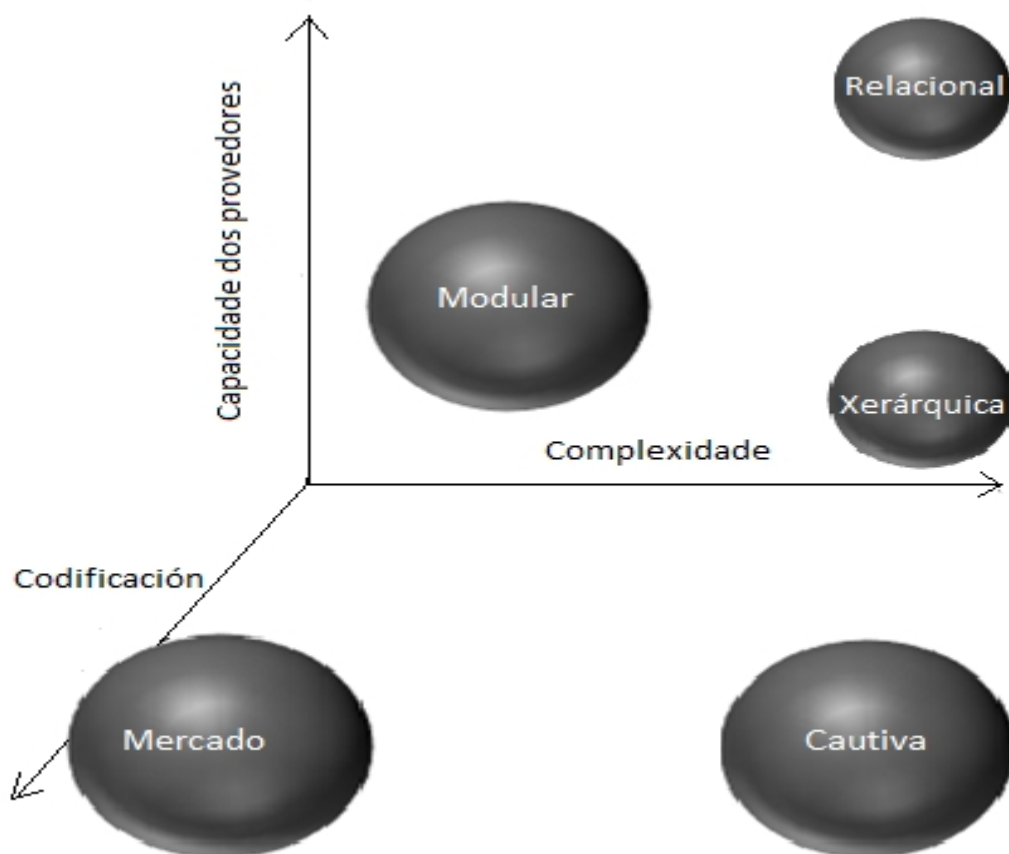
Figura 6. Combinación dos enfoques dos SI e das CVG



Fonte: Elaboración propia

A capacidade de absorción (Abramovitz, 1986), as capacidades tecnolóxicas e o desempeño do SI para interactuar coa CVG, determina a pauta de gobernanza. O termo gobernanza refírese á "coordinación de actividades económicas mediante relacións de non mercado" (Humphrey e Schmitz, 2002, p. 1018). Se a industria local e foránea e o SI tenden a interactuar en actividades de I+D e demostración, pode ser sinxelo desenvolver fortes vinculacións entre estes axentes, baseadas na confianza e necesidades específicas. En caso contrario, as vinculacións estarían baseadas en factores de mercado, como o prezo ou a proximidade aos principais mercados, o que facilitaría os procesos de deslocalización. Estas pautas afectan ao desempeño innovador, así como á localización de actividades industriais (Gereffi, Humphrey e Sturgeon, 2005; Pietrobelli e Rabellotti, 2011). Existen tres factores que determinan a gobernanza na cadea de valor: a complexidade das transaccións de coñecemento, a capacidade de codificalo e o conxunto de capacidades dos provedores (Gereffi, Humphrey e Sturgeon, 2005). En base á combinación destes tres factores, pode haber cinco tipos de cadeas de valor, como se pode apreciar na Figura 7:

Figura 7. Tipos de cadeas de valor



Nota: O tamaño de cada bola indica a intensidade da codificación.

Fonte: Elaboración propia a partir de Gereffi, Humphrey e Sturgeon (2005)

- Cadeas de mercado: destacan por unhas especificacións simples do produto ou servizo, polo que a codificación é sinxela. Este tipo de cadeas de valor non precisan moita coordinación entre provedores e clientes.
- Cadeas modulares: dadas unhas maiores capacidades dos provedores, nestes casos os estándares técnicos facilitan a codificación de produtos máis complexos. Porén, debido á alta estandarización, tamén é fácil cambiar de provedor.
- Cadeas relacionais: neste caso, a combinación dunha alta complexidade no produto, así como unhas elevadas capacidades dos provedores provoca que sexa complexo codificar as transaccións de coñecemento. Cómpre establecer unhas relacións estreitas entre provedores e compradores baseadas na confianza mutua

e necesidades específicas e moi especializadas. Como resultado destas dinámicas, os clientes teñen poucos incentivos para cambiar de provedor.

- Cadeas de valor cativas: tanto a complexidade do produto e a posibilidade de codificación son elevados, pero a capacidade do provedor é baixa. Nestes casos, os compradores exercen un alto grao de control sobre os provedores indicándolles como teñen que elaborar o produto e realizando un seguimento continuo do proceso. Os provedores tenden a realizar tarefas de pouco valor engadido. Asemade, os compradores tenden a illar ao provedor, para evitar que outros compradores poidan aproveitar os beneficios dos seus esforzos por ensinar ao provedor.
- Cadeas xerárquicas: a complexidade do produto é elevada, polo que é complexo codificar as especificacións, e tamén existe unha carencia de capacidades por parte dos provedores. Entón, os compradores solucionan o problema mediante a integración desta actividade dentro da súa propia empresa.

9. O enfoque de políticas estratéxicas e a súa interrelación cos sistemas de innovación e as cadeas de valor globais

O enfoque de políticas estratéxicas de innovación (ou *target*) constitúe unha perspectiva sistémica e analítica para o deseño e implementación de políticas de promoción sectorial. O seu principal obxectivo consiste en “desencadear, reforzar e sustentar o proceso de evolución dentro das dinámicas do mercado de estruturas multiaxente (clústers, sectores, mercados ou clases de produtos)” (Avnimelech e Teubal, 2008, p. 151). Asemade, este enfoque caracterízase por basearse na perspectiva da economía evolucionista e aplicar unha metodoloxía dinámica, na que a variable tempo desempeña un papel fundamental (Avnimelech e Teubal, 2007; Avnimelech e Teubal, 2008; Rosiello et al., 2013).

O enfoque evolucionista ou neoschumpeteriano consiste nun conxunto de teorías lixeiramente conectadas, que inclúen dende modelos formais ata enfoques máis históricos, co obxectivo central de analizar a relación entre innovación e crecemento económico (Verspagen, 2005). Neste sentido, os fundamentos da teoría evolucionista baséanse no suposto de que os axentes son incapaces de maximizar individualmente o valor das súas decisións nun contexto de elevada incerteza producida polo cambio

tecnolóxico. Segundo Verspagen (2005), na economía evolucionista existen dúas forzas principais, que corresponden co proceso de selección e a xeración de variedades. A principal fonte de variedade é o proceso de innovación, e as dinámicas de mercado e as institucións económicas constitúen os principais mecanismos de selección. Así, o mecanismo de prezos (mediante a substitución dos bens e servizos que se encarecen por outros máis baratos) moitas veces non constitúe, por si só, incentivo suficiente se existen barreiras institucionais ao cambio (Dosi e Grazzi, 2009). Así, o eido institucional pode desempeñar un papel de facilitador ou de inhibidor do cambio tecnolóxico. Polo tanto, os mecanismos de mercado e as políticas públicas poden desempeñar papeis centrais. Deste modo, o proceso histórico de evolución consiste na interrelación continua entre os procesos de selección, que escollen entre as variedades mellor adaptadas ás circunstancias de cada momento, e a xeración de variedades que se introducen no sistema continuamente (Verspagen, 2005).

O enfoque target entronca directamente coas teorías evolucionistas do proceso histórico de crecemento económico e de xeración de innovacións. Segundo as teorías evolucionistas, o proceso de crecemento económico pódese analizar a partir dunha concatenación de paradigmas¹⁵ tecnolóxicos (Dosi, 1982), tecno-económicos (Pérez, 2009) ou traxectorias naturais (Nelson e Winter, 1982). Así, tras o xurdimento dun conxunto de innovacións radicais¹⁶ interrelacionadas (por exemplo, no eido das telecomunicacións, da informática ou do transporte), aparece un novo horizonte caracterizado pola experimentación e a aparición de novos axentes (Freeman e Soete, 1997). As primeiras fases de cada paradigma amosan un alto nivel de incerteza, en relación a que sendas tecnolóxicas de cada paradigma van ser dominantes, así como por un incremento do crecemento económico. Asemade, aparece unha serie de innovacións incrementais arredor da radical e, progresivamente, vaise reducindo a incerteza e as diferentes variantes do paradigma tecnolóxico. Paulatinamente, vaise esgotando o paradigma, debido á ausencia de novas contribucións de coñecemento e redúcese o

¹⁵ A idea de paradigma, desenvolvida por Kuhn (1962), refírese ao conxunto dominante de teorías, crenzas e solucións de problemas; que mellor poden explicar a realidade nun momento determinado. Deste modo, cando un paradigma perde a súa capacidade de explicar a realidade pode ser substituído por outro.

¹⁶ As innovacións incrementais e radicais foron termos definidos por Schumpeter. Neste sentido, as innovacións radicais aluden á introdución de bens e servizos novos no mercado, que difiren substancialmente dos existentes. Pola súa banda, as innovacións incrementais supoñen a incorporación de melloras nos produtos existentes, seguindo a senda de progreso tecnolóxico existente.

crecemento, ata que xorde un novo paradigma que se adapta mellor ás novas necesidades e circunstancias (Freeman e Soete, 1997; Pérez, 2009).

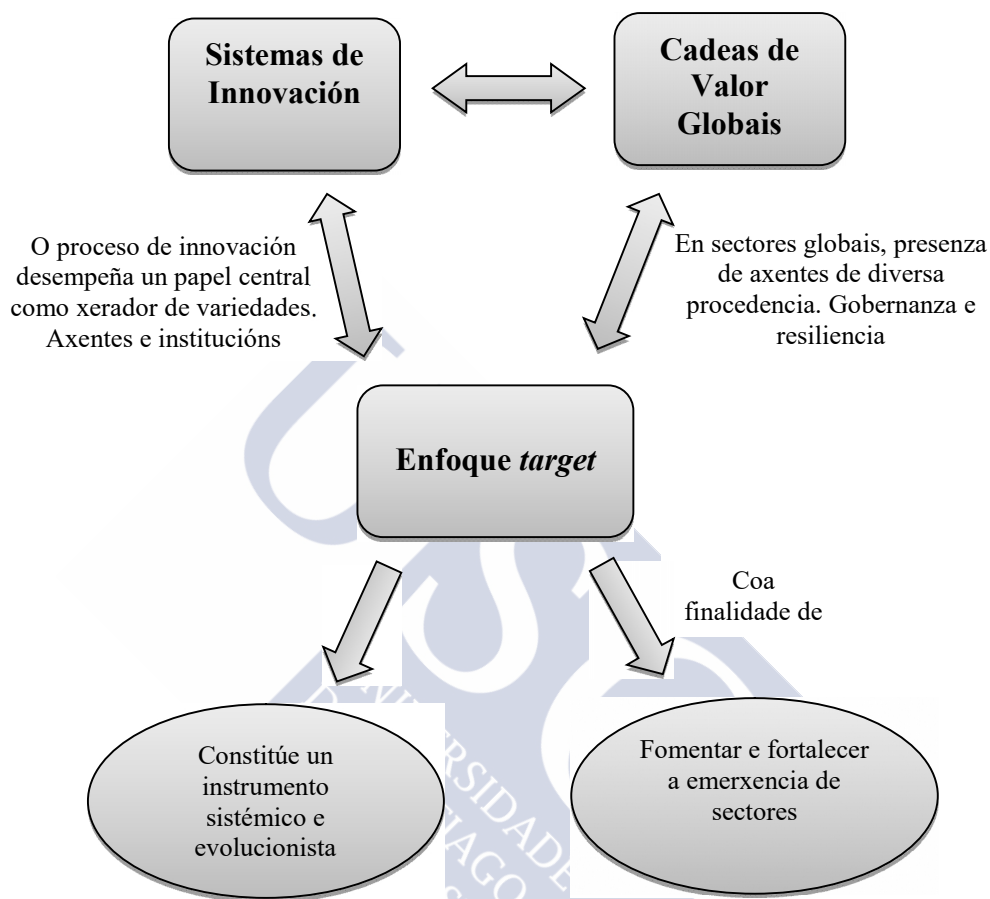
O enfoque de políticas estratéxicas de innovación ou *target* baséase na mesma dinámica en relación á promoción de novas estruturas multiaxente, coma os sectores. Neste sentido, nas primeiras fases de desenvolvemento sectorial prevalece a experimentación e a aparición de novos axentes que proban diferentes variantes tecnolóxicas e se introducen en diversos nichos de mercado (Rosiello et al., 2013). Progresivamente, vaise consolidando o mercado potencial do sector, así como as variantes tecnolóxicas que se van converter en dominantes, e experimentáase un crecemento da masa crítica e das organizacións de apoio ata á consolidación. Finalmente, tras o estancamento do mercado e a falta de novas achegas de coñecemento que poida permitir a diversificación, pode acontecer que o sector entre nun declive ou se renove se acceden novos axentes (*outsiders*) e/ou fontes de coñecemento (Ib.).

Da mesma maneira que acontece coa teoría evolucionista xeral, o enfoque *target* ten como obxectivo dar apoio ás forzas de mercado mediante a implementación de diversos instrumentos orientados a favorecer a emerxencia, consolidación e resiliencia sectorial (Avnimelech e Teubal, 2007; Avnimelech e Teubal, 2008; Rosiello et al., 2013). O proceso de implementación das políticas ten en conta non só o contexto institucional e socioeconómico, senón tamén a propia fase de desenvolvemento sectorial, conectando o proceso de implementación coa idea do ciclo de vida industrial estendido (Avnimelech e Teubal, 2008; Rosiello, Avnimelech e Teubal, 2011; Rosiello et al., 2013). O ciclo de vida industrial estendido identifica cinco fases de desenvolvemento sectorial (orixe, preemerxencia, emerxencia, consolidación, declive ou restruturación). As tres primeiras fases son esenciais no caso da promoción de sectores e tecnoloxías novos ou emerxentes (Vence, Sánchez e Rodil, 2013). Dado o marcado carácter evolucionista deste enfoque, a evolución histórica dun sector, así como o éxito relativo das sucesivas fases de desenvolvemento, limitará o abano de instrumentos de promoción dispoñibles en cada momento (Ib.).

Como se pode apreciar, o enfoque *target* caracterízase polo seu marcado carácter evolucionista, así como pola aplicación dunha perspectiva sistémica. Ámbalas dúas características destacan, tanto nos seus fundamentos coma nos seus obxectivos en materia de política sectorial. A propia aplicación do enfoque *target* para a promoción dun sector global, leva implícita a adopción das metodoloxías de análise combinadas

dos sistemas de innovación (SI) e das cadeas de valor globais (CVG). Esta interrelación amósase na Figura 8.

Figura 8. Interrelación do enfoque target coas perspectivas dos sistemas de innovación e as cadeas de valor globais



Fonte: Elaboración propia

Por unha banda, no proceso de emerxencia e perfeccionamento sectorial son moi relevantes as capacidades endóxeas do territorio para a creación e difusión de novo coñecemento, así como para absorber coñecemento tecnolóxico foráneo. Desta forma, a análise previa da masa crítica e a coherencia interna do conxunto de axentes e institucións que axudan a crear e difundir novo coñecemento valorizable economicamente, o que se entende por sistema de innovación (Lundvall, 1992), subministra información esencial para poder examinar a potencialidade dun sector. Co obxectivo de lograr unha maior efectividade, as políticas implementadas, a través do enfoque *target*, teñen que contar co proceso histórico de desenvolvemento do sistema de

innovación do lugar onde se estableza o sector. Á súa vez, as políticas implementadas poden causar efectos positivos no sistema de innovación, fortalecendo a masa crítica de axentes e de infraestrutura tecnolóxica, así como incrementado as interaccións. Polo tanto, pódese comprobar a existencia dunha relación bidireccional.

Por outra banda, a maior parte dos axentes involucrados na creación de valor no sector eólico exceden as fronteiras rexionais ou nacionais. Deste modo, cobra gran relevancia a tipoloxía de vinculacións e relacións de gobernanza ao longo da cadea de valor, que se establecen entre os axentes locais e os foráneos. Dependendo da gobernanza establecida, as políticas implementadas poden tomar diversas direccións (creación, consolidación ou cambio entre elas). Da mesma maneira que acontece cos sistemas de innovación, as políticas implementadas teñen ao seu alcance modificar as relacións establecidas entre empresas, facendo o sector máis resistente ante procesos de deslocalización ou outros shocks externos. Asemade, previamente neste capítulo amosouse a interrelación entre as perspectivas dos sistemas de innovación e as cadeas de valor globais. Neste sentido, a fortaleza e a coherencia interna do sistema de innovación pode causar que se establezan unhas determinadas pautas de gobernanza entre axentes e, á súa vez, as propias pautas de gobernanza entre axentes son capaces de moldear o sistema de innovación mediante achegas de novo coñecemento. En definitiva, a interrelación ten unha tripla perspectiva, podendo cambiar o sentido de causalidade ao longo do tempo, dependendo da fase de desenvolvemento e de implementación das políticas.

Polo tanto, o enfoque *target* constitúe unha metodoloxía de implementación de políticas para o fomento do desenvolvemento sectorial, con fortes sinerxías coas perspectivas dos sistemas de innovación e das cadeas de valor globais. Isto reflicte a natureza sistémica, así como a implicación de diferentes tipos de axentes (empresas e institucións) de diversas áreas xeográficas. A aplicación do enfoque *target* precisa dunha análise previa pormenorizada do sistema de innovación e das cadeas valor globais do sector, pero á súa vez representa un instrumento para a súa modificación co obxectivo de promover a emerxencia, consolidación e resiliencia sectorial.

10. Conclusións

O fomento das enerxías renovables a nivel global e, en particular da enerxía eólica, baseouse nunha tripla perspectiva ambiental, enerxética e económica. A primeira baséase principalmente nos obxectivos de mitigar o cambio climático e reducir as emisións contaminantes. Pola súa banda, a segunda perspectiva está estreitamente relacionada coa elevada dependencia das importacións de combustibles fósiles pola maior parte das economías occidentais, posto que resalta a relevancia de promover a enerxía eólica co obxectivo de diversificar as fontes de subministro. A última perspectiva céntrase nos efectos económicos positivos, en termos de creación de emprego ou diversificación industrial, que se desencadean polo fomento deste recurso renovable. Tradicionalmente, o estímulo do sector público explícase segundo as dúas primeiras perspectivas. Non obstante, progresivamente comprobouse que o fomento da enerxía eólica, como a maioría das renovables, pode impulsar a cohesión territorial, a creación de emprego e a diversificación cara novas sendas produtivas. Deste modo, quedan constatados os cuantiosos e diversos efectos positivos potenciais derivados da promoción do sector eólico.

Ademais dos efectos anteriormente sinalados, cómpre mencionar outros ocasionados de forma indirecta polo propio proceso de aglomeración sectorial no contexto rexional. Neste sentido, son interesantes as economías externas, tanto nas empresas dun mesmo sector coma nas doutros, xeradas nestes procesos. En relación ás externalidades producidas a outras empresas que non son do sector, as externalidades xacobianas sobresaen no eido rexional como un instrumento clave para fomentar a diversificación produtiva sen desconectarse da senda de desenvolvemento existente a nivel rexional (*path dependence*). Asemade, estas externalidades contribúen ao incremento da resiliencia rexional no curto, medio e longo prazo; mediante a proximidade cognitiva cos sectores rexionais xa esixentes. Isto permite unha maior mobilidade laboral, así como a construción dos cimentos para unha diversificación cara sectores con maior potencial mediante a recombinação de ideas. Desta forma, xorden fortes implicacións en materia de políticas de promoción sectorial. En primeiro lugar, a dependencia da senda de desenvolvemento non ten porque causar un efecto negativo no desenvolvemento futuro, posto que pode permitir a emerxencia de sectores prometedores. En segundo lugar, as políticas de promoción sectorial deberían estar máis centradas cara á diversificación de sectores con proximidade cognitiva. Desta forma,

trátase de asegurar unha maior resiliencia nos diferentes horizontes temporais, e redúcese a probabilidade de fracaso das políticas implementadas en comparación coa promoción dun sector totalmente novo para a economía rexional. Neste sentido, a evolución do sector naval cara ao eólico terrestre, e este á súa vez cara ao eólico mariño, constitúe un bo exemplo de evolución sectorial entre sectores próximos cognitivamente.

A promoción sectorial de industrias cognitivamente próximas amosan, como se indicou anteriormente, efectos positivos a nivel rexional. Non obstante, o fomento de aglomeracións industriais deben ter en conta as particularidades socioeconómicas de cada caso de estudo. Neste sentido, o fomento de calquera sector en rexións periféricas ten que afrontar unha serie de eivas estruturais que poden bloquear dito desenvolvemento. Deste modo, os diferentes programas considerados non deberían ser unha mera replicación das medidas implementadas nos casos exitosos. Dadas as debilidades das áreas periféricas, requírese unha serie de actuacións multidisciplinares que corrixan, fundamentalmente, a debilidade institucional.

Os procesos de innovación son cruciais en calquera proceso de desenvolvemento sectorial, como no caso da enerxía eólica. Estes procesos son continxentes, polo que cómpre realizar un estudo individualizado de cada sector, analizando, tanto os principais axentes e interaccións entre eles, como as diferentes políticas necesarias para a súa promoción. A nivel sectorial resalta o carácter sistémico da innovación, onde interveñen axentes de diferente natureza e políticas multidisciplinares. Este feito provoca que os programas de promoción sectorial deban atender a diversos eidos, dende as capacidades de innovación baseadas na ciencia, ata os estímulos derivados do mercado. Entre os instrumentos para innovar, relevantes para as rexións periféricas e as economías en desenvolvemento, destacan a transferencia tecnolóxica e a aprendizaxe interactiva, ofrecendo a segunda maiores vantaxes para as partes que interveñen, fomentando a colaboración mutua. Non obstante, require unha elevada capacitación por parte do tecido produtivo local, o que implica un correcto funcionamento do sistema de innovación.

No desenvolvemento sectorial, a fortaleza e a coherencia dos procesos de innovación son determinantes, así como a interacción ao longo da cadea de valor. Esta cadea de valor tende a ter, como mostrará o caso do sector eólico, un alcance cada vez máis global. Deste modo, requírese adoptar unha perspectiva de análise sistémica, na que se teña en conta, tanto o desempeño do sistema de innovación, como as interaccións

na cadea de valor eólica. Asemade, existe un efecto recíproco entre eles, posto que o desempeño do sistema de innovación local pode favorecer o establecemento dunhas determinadas pautas de gobernanza entre os axentes locais e os foráneos ao longo da cadea de valor. A súa vez, o mantemento dunhas determinadas pautas de gobernanza pode favorecer ou bloquear o desenvolvemento de capacidades no tecido produtivo local. Neste sentido, o enfoque de políticas estratéxicas *target* constitúe un instrumento sistémico e evolucionista que intenta actuar en ámbolos dous eixos co obxectivo de favorecer a emerxencia e consolidación sectorial. Este instrumento cobra gran relevancia dada a versatilidade da súa actuación nos procesos de aprendizaxe e innovación do tecido produtivo local, así como no establecemento de pautas de gobernanza máis beneficiosas para o territorio.

O desenvolvemento sectorial constitúe un proceso complexo e sistémico no que actúan diferentes axentes, organizacións e institucións de diferente tipo e alcance xeográfica. Desta forma, cómpre adoptar un modelo de análise e de implementación de políticas sistémico, co obxectivo de que a actuación política sexa o máis coherente posible. A combinación das perspectivas dos sistemas de innovación e das cadeas de valor globais, así como a aplicación do enfoque de políticas estratéxicas ou *target*, representa un instrumento analítico coherente para promover a resiliencia sectorial nos diferentes horizontes temporais.



CHAPTER 2

WIND SECTOR: HISTORICAL DEVELOPMENT, EVOLUTION, FEATURES AND RECENT TRENDS



1. Introduction

Wind energy has reached global diffusion due to an extensive deployment of onshore wind since the 1990s. It becomes, together with hydraulic power, the main renewable energies in terms of installed capacity, as well as electricity generation. In fact, wind energy represents a keystone in policy agendas in order to mitigate global warming or strengthening national energy security. This worldwide deployment shows general features and trends, but also regional singularities which could trigger different development models and market niches. In addition, wind energy sector undergoes continuous changes over time due to global and regional pressures within value chains. Studying the main sectoral characteristics could be advisable as a first analytical step in order to put the sector into context before policy analysis or sectoral economic impact assessment. This analysis takes into account general trends, main agents and markets. In this regard, the adoption of a historical perspective could make easier to analyse the scope and limits of sectoral policy promotion, as well as the identification of market opportunities.

The aim of this chapter is to analyse the main features and trends of the global wind energy sector, regarding key markets and stakeholders, evolution of the global value chain, as well the R&D budgets allocated to wind energy. Likewise, the global as well as regional features along the value chain are analysed by means of a systemic perspective. The methodology is based on the extensive review of specialised literature and policy documents, as well as the information gathered from institutional databases. In this regard, data concerning R&D budgets from public bodies were collected from the Energy Technology RD&D database published by the International Energy Agency (IEA), and the sectoral R&D data at firm level were gathered from the R&D Industrial Scoreboard published by the European Commission. Furthermore, several sectoral data from the European Wind Energy Association (EWEA), Global Wind Energy Council (GWEC) or the International Renewable Energy Agency (IRENA) were used.

This chapter is structured in four sections, starting with this introduction. Section two shows the background and the global emergence of wind energy. Likewise, general environment and socioeconomic outcomes of this renewable energy are contextualised, as well as its technology development. Section three addresses the global features regarding the evolution of the onshore installed capacity over time and its geographical distribution. In addition, this analysis is also focused on the offshore wind, describing

the main global markets. The next section deals with the main characteristics both of onshore and offshore global value chains. The last section is aimed at enlightening the R&D performance of public and private units in the wind sector. In this regard, this section shows the most dynamic public agents and firms, concerning funds allocated as well as R&D investments in terms of sales, respectively.

2. Background and emergence of the wind sector. Approximation to sectoral development from a technology, social and economic perspectives

Wind energy stands out as one of the main renewable energies in the world in terms of installed capacity and electricity generation, as well as social acceptance and reputation. In spite of this faster deployment since the 80s, several local communities had taken advantage of this resource before general commercial exploitation. Likewise, wind energy development differs across regions and over time, which results in different patterns and effects on the global value chain. In addition, this renewable energy has triggered a wide array of socioeconomic and environmental effects on local communities, as well as it undergoes itself a process of technology improvement.

This section is focused on the historical development of wind energy, describing the main features and agents, as well as the geographical shifts concerning the main markets in terms of electricity generation. Later, some socioeconomic outcomes triggered by the market penetration of wind energy are contextualised, as well as the technology development undergone by this renewable energy. Many of these aforementioned effects will be analysed more in-depth in next chapters.

2.1. Historical development of wind energy

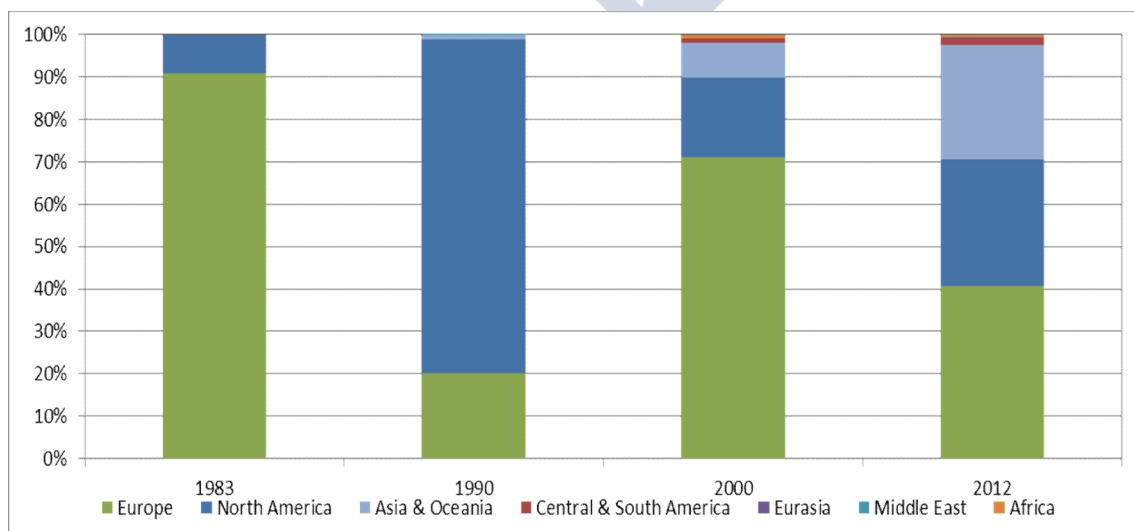
Windmills have been used by mankind since 200 BC for agriculture purposes as well as for pumping water; mainly in Middle East, Europe and North America. In spite of these earlier developments, it was not until the oil crisis of 1973 and the Californian boom when wind energy arose as a commercial alternative to conventional energy sources (Kaldellis and Zafirakis, 2011). Between 1981 and 1990, USA government implemented several incentives (federal investments and energy credits, among others)

in order to diversify the energy portfolio and mitigate global warming. During this time, more than 16.000 wind turbines were installed and the USA became the global leader until European deployment in the 90s (Ib.). However, since the Second World War, Denmark was testing wind turbines, mainly in small-scale projects, and by the time of the Californian outbreak, it was capable to meet the demand from the USA market (Christensen, 2010). To some extent, Danish manufacturers could widen their traditional domestic market due to their technological developments and credit assistance (Campos and Klagge, 2013). Likewise, Danish firms, such as Vestas, Bonus or NEG Micon, stood out as the main global manufacturers.

The Danish and North American wind sector emergences were quite different concerning the main drivers (Heymann, 1998). On the one hand, Danish wind sector was characterised by experimentation over time among small turbine manufacturers, and a technological background in the naval sector (Heymann, 1998; Cooke, 2009). In other words, its emergence and consolidation was a result of several improvements and incremental innovations. In addition, policy design as well as implementation were characterised by a bottom-up scheme with clear and stable guidelines and a general social consensus (Gregersen and Johnson, 2008; Christensen, 2010). In contrast to top-down policies mainly developed by public authorities, bottom-up initiatives consists of initiatives undertaken by the private sector aimed at strengthening interactions and innovation within clusters (Fromhold-Eisebith and Eisebith, 2005). Moreover, the public sector enhanced the institutional learning in order to improve the design and implementation of sectoral promotion policies (Gregersen and Johnson, 2008). On the other hand, the North American wind sector was developed by means of top-down policies and technologically based on the aircraft propellers and monoplane wings (Kaldellis and Zafirakis, 2011; Heymann, 1998). Despite the funds provided by the USA government in R&D incentives, only the Danish technology, as well as its business model was worldwide successful (Lewis and Wiser, 2007). During the 90s, when wind energy was consolidating its market position mainly in the Western European economies, it represented the fastest growing renewable technology, in terms of new installed capacity (Saidur et al., 2010). In this way, as Harborne and Hendry (2009) state, wind energy has improved their market diffusion faster than other technologies, such as solar power, fuel cells or wave power.

The study of wind geographical distribution makes easier the analysis of the historical sectoral evolution, as well as the main changes described above. Concerning spatial distribution, Figure 9 shows the temporal geographical distribution of the wind electricity net generation in several years of the period 1983-2012. First of all, the year 1983 is chosen as a starting point because it is the first year with global wind electricity generation data. Likewise, years 1990 and 2000 represent remarkable turning points in the global wind market; and the year 2012 is the last year with available data from the U.S. Energy Information Administration (2015). In this way, Denmark, Sweden and the United States were the pioneers providing wind electricity to the grid in 1983; therefore, the production was concentrated on Europe (91%) and North America (9%). Since the Californian boom (1981-1990), the United States became the leader in terms of generation, reaching North America 79% of the global production in 1990. However, the shutdown of the incentives triggered a stagnation concerning new installed capacity and the global wind market shifted to Europe during the 90s (Kaldellis and Zafirakis, 2011). By 2000, the bulk of the wind electricity generation was located in Europe (roughly 71%), following at a significant distance by North America (19%) and Asia and Oceania (8%). Recent trends in the global wind sector stand out the renewal of the North American market and the consolidation of Asian markets, mainly the Chinese and Indian ones. Currently, wind generation is mainly concentrated on Europe (41%), North America (30%), Asia and Oceania (27%), being trivial their diffusion in other places, such as Latin America (1,5%), Middle East (0,04%) or Africa (0,04%).

Figure 9. Wind electricity net generation distribution by world region (1983, 1990, 2000, 2012)



Source: Own elaboration based on U.S. Energy Information Administration (2015)

Currently, wind sector reaches global diffusion around three areas: Europe, North America and Asia. Next sections analyse recent trends concerning the main characteristics of the global value chain, such as market evolution, main manufacturers, as well as R&D, innovation and technology features.

2.2. Environmental, socioeconomic and technological effects of wind energy

Given wind energy is based on a renewable resource, the development of this technology could make easier the achievement of environmental and socioeconomic goals. Fostering renewable energies instead of fossil-based technologies could represent a tool in order to mitigate global warming, acid rain or air pollution, among other global concerns. These positive externalities are not usually embedded in the price system which could trigger a lack of economic incentives. As a result of environmental concerns, there is an international commitment to establish national goals in terms of electricity generation from renewable sources, as well as implementation of energy efficiency policies (Saidur et al., 2010). In addition, wind energy could enhance national energy security through providing a constant supply of energy and reducing dependence on volatile markets. Traditionally, policy agendas have addressed these environmental and energy security goals. However, the development of renewable energies has been triggering economic benefits in terms of employment or GDP (Gross Domestic Product) contribution, as well as technological ones, such as industrial diversification or the revival of declined industrial agglomerations.

Concerning economic outcomes, it is generally assumed that wind energy contributes to a large extent to the growth of the GDP and the industrial job creation (Varela-Vázquez and Sánchez-Carreira, 2015). Likewise, empirical evidences underline that wind energy is not intensive on employment in comparison with its contribution to the GDP (Ib.). Given the spatial distribution of wind installations, some of the employment is geographically disseminated, i.e. on-site (Burguillo and Del Río, 2008); and another part of them depends on mass production processes; i.e. manufacturing of components (Wüstemeyer, Madlener and Bunn, 2015). For this reason, wind energy could be used as a tool of territorial cohesion (Burguillo and Del Río, 2008).

Wind energy could also represent an alternative to declining industrial regions, due to its spillovers effects on the industrial sector. In this regard, when wind sector is cognitively close to the existing sectors (Boschma, 2005), such as the naval sector, synergy forces could arise between them, triggering Jacobian clusters (Cooke, 2009). Auxiliary industry from the former sector makes easier the creation of critical mass and interactions for the wind sector in the earlier stages. From a supplier-side perspective, the existence of a previous cognitively closed sector could mitigate the emergence of bottlenecks, mainly, in earlier development stages. Hence, wind sector could represent an industrial alternative to regional specialisations on traditional declined sectors, when only smooth changes on regional specialisations are required, instead of building a new sector from scratch.

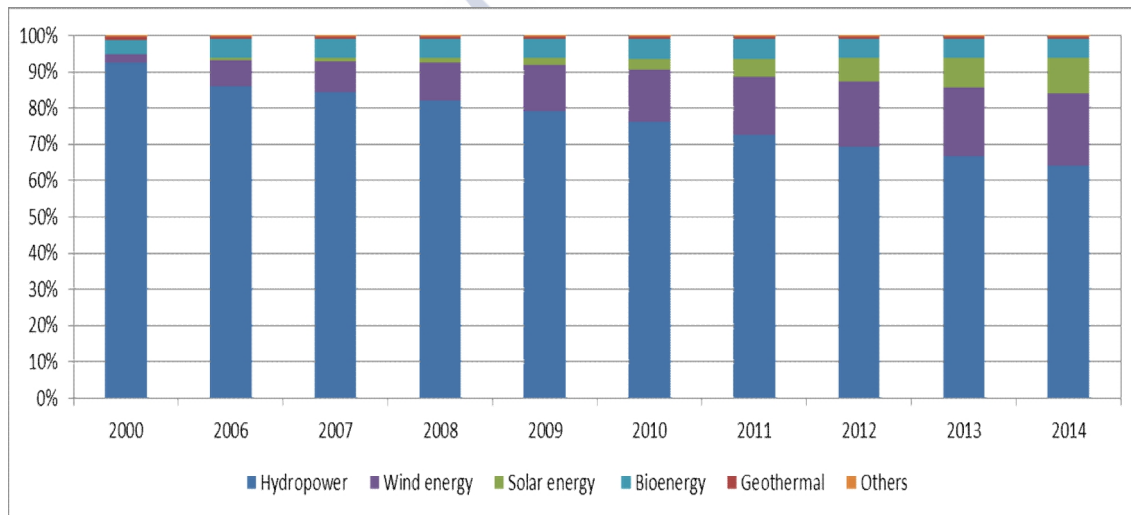
Concerning technology perspective, wind turbines evolved technologically, to a large extent, from their commercial emergence in the second half of the 20th century. In general, wind turbines underwent a gradual upscale process (Blanco, 2009; Kaldellis and Zafirakis, 2011), in which, the tower height as well as the diameter of rotor and blades were increasing during the last decades. Likewise, this upscale process forces component manufacturers to upgrade and increase the size of their facilities. The main aim of upscaling wind turbines is to improve land exploitation, reduce operation and maintenance costs, as well as increase economies of scale (Kaldellis and Zafirakis, 2011). In spite of the stagnation of the unit capacity in onshore wind around 2-3 MW, there is a medium-term goal regarding offshore wind, consisting of reaching 10 MW of nominal power by increasing the size of wind turbines (Ib.). Overall, the main aims of these technological improvements are the achievement of economies of scale by means of learning by doing processes.

3. Global evolution and trends of the wind energy sector

Wind energy has stood out as one of the main renewable energy sources, since early 2000s together with hydropower. This is due to a significant deployment, mainly in Europe, and later in Asia and North America. In this regard, available data at the International Renewable Energy Agency (IRENA) database shows the recent evolution of the main renewable technologies. As Figure 10 shows, hydropower and wind energy represent the lion's share, with almost 85% of the total renewable cumulative installed

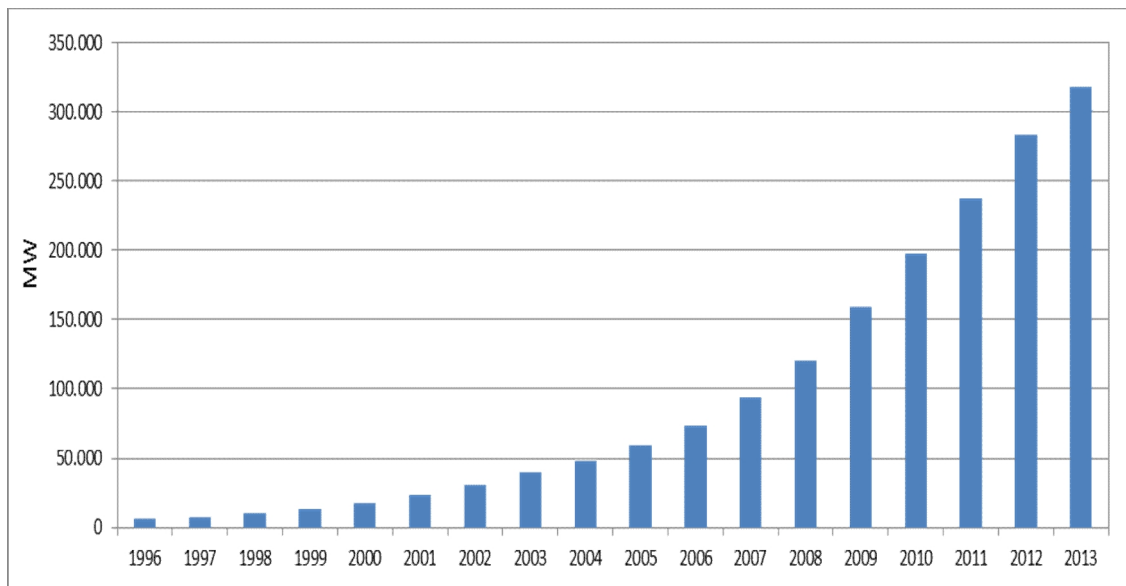
capacity. Hydropower reached 781.735 MW in 2000 and 1.117.002 MW in 2014, which represents an increase of 43%. Likewise, wind energy capacity grows from 17.333 MW in 2000 to 369.608 MW in 2014, which represents an annual constant increase of 24,4% in a period of 14 years. Currently, this technology represents more than 20% of the total renewable capacity, only surpassed by hydropower with a total share of 64%. Lagging behind wind energy, solar energy (photovoltaic plus concentrated solar power) and bioenergy reach a share of 10% and 5% of the total renewable capacity, respectively.

Figure 10. Global renewable installed capacity evolution by technology (2000-2014)



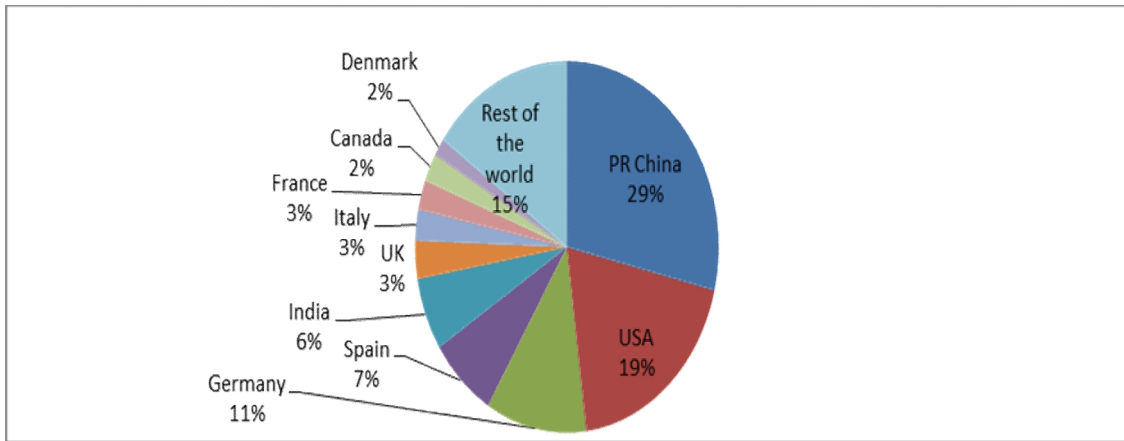
Source: Own elaboration based on IRENA (2015)

Concerning wind energy evolution, Figure 11 shows this trend with data provided by the Global Wind Energy Council (GWEC) between 1996 and 2013. The new annual installed capacity is above 20.000 MW per year from 2007, reaching the peak in 2012 with more than new 45.000 MW. In spite of the relative stagnation in the traditional European and North American markets due to an economic slowdown and the lack of incentives, the new installed capacity was substantially higher in 2013 than in 2008, the first year of the economic crisis. This faster diffusion of the technology around the world, reaching almost 320.000 MW at the end of 2013, has represented an essential tool in order to build up regional technological capabilities, as well as markets for suppliers of wind turbines and components.

Figure 11. Global cumulative installed wind capacity (1996-2013)*Source: GWEC (2014)*

Nowadays, growing markets are mainly located in Asia, due to the deployment of the Chinese and the Indian markets with annual growth rates of 21,4% and 9,4% in 2013, respectively (GWEC, 2014). North American markets have also reached high growth rates, owing to the traditional leadership of the USA (13,1 GW installed in 2012) and the current boost from Canada with an annual growth rate of 25,7% in 2013 (Ib.). Figure 12 depicts the current geographical distribution of wind energy. China and USA ranks first and second, respectively, which illustrate the aforementioned trend. This situation has a crucial impact on the emergence of new regional hubs and wind turbine manufacturers, due to the large size of the Chinese, USA and Indian markets. Given the proximity-concentration hypothesis, manufacturing activities of heavy components are more likely to be located close to large markets. Such hypothesis asserts that transportation costs are key in order to establish wind energy facilities (Markusen and Venables, 2000; Kirkegaard, Hanemann and Wescher, 2009). Then, some components such as blades, nacelles or towers are manufactured close to the market.

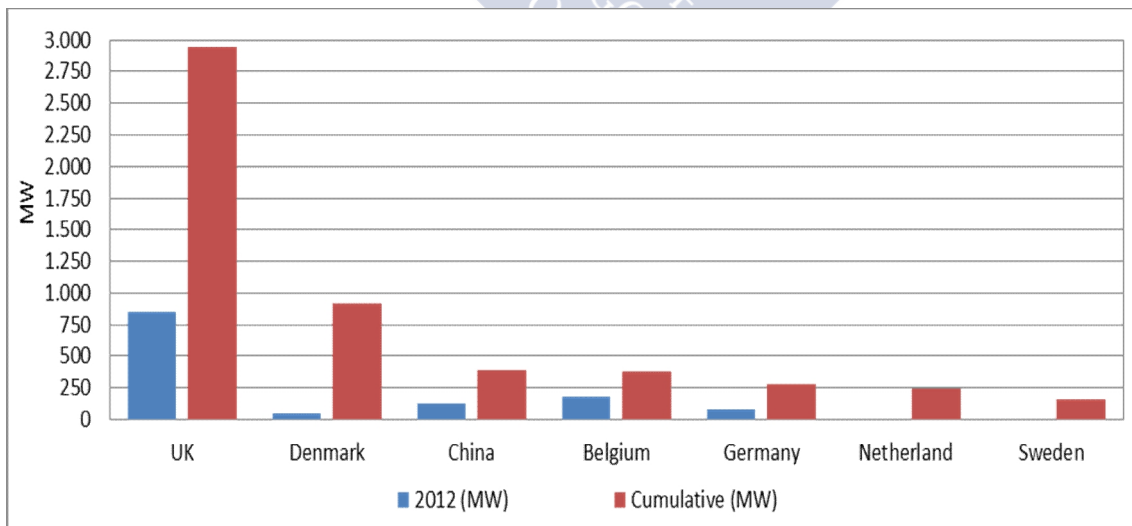
Figure 12. Top ten markets by cumulative installed capacity (2013)



Source: GWEC (2014)

The development of the offshore wind energy is significantly less important in terms of cumulative capacity and it is concentrated on European economies with the exception of the recent Chinese development, as the Figure 13 shows. In this way, its low level of diffusion, in relation to onshore wind, is due to the high installation and connection cost which increase further with distance from shore and water depth (Green and Vasilakos, 2011). However, offshore wind farms have a higher number of full load hours per year (Green and Vasilakos, 2011; Wüstemeyer, Madlener and Bunn, 2015).

Figure 13. Main markets for the offshore wind energy (2012)



Source: GWEC (2014)

Concerning offshore wind, Europe maintains its leader position with more than 77% of the new global capacity and the United Kingdom was the largest market with more than 70% (Navigant Research, 2012). With regard to the cumulative installed capacity, UK (2,948 MW) is the leader country at the end of 2012, followed by Denmark (921MW) (GWEC, 2014). However, UK has not developed completely its potential concerning onshore wind because of the lack of social commitment (Jay, 2011). In this regard, Danish authorities are developing an ambitious offshored planning, called “Near shore”, with around 500 MW projected. It constitutes a substantial support for the offshore wind in Europe.

This market situation has its counterpart in the value chain. The main wind turbine manufacturers are from Europe, such as Vestas and Siemens Wind Power (roughly 86% of the market), as well as seven of the global top ten utilities in this niche, such as Vattenfall, Dong Energy, E.ON and RWE (Navigant Research, 2012). The Chinese wind turbine manufacturer Sinovel and the German REpower are also agents in the offshore market with a market share around 5% (Ib.). However, there is a progressive decoupling process between onshore and offshore value chains, due to key components and services must be tailored due to singularities of offshore installations (Blanco, 2009; Wüstemeyer, Madlener and Bunn, 2015). Given an increased demand of equipment and components and a relatively limited production, there are currently several bottlenecks which could raise installation costs (Green and Vasilakos, 2011). Wüstemeyer, Madlener and Bund (2015) assert that bottlenecks along the supply chain could delay the consolidation of offshore wind as a major technology. Thus, it is necessary to develop supply base capabilities at the same time that diffusion policies are implemented. In this way, component-oriented subsidies, which should support specific offshore products, such as main frame or transformers, could be an essential policy to foster this market (Ib.).

Concerning forecasts, EWEA (2009) designed development scenarios both for onshore and offshore wind in Europe from the starting point in 2008. According to its figures, in the conservative scenario, the cumulative average annual rate of growth of offshore and onshore are 35,2% and 10,5%; respectively. Offshore wind energy will represent 19% of total wind power capacity by 2020, when it only represents 2% of the total capacity in 2008 (Green and Vasilakos, 2011). Likewise, it is expected some

saturation for the onshore wind energy after 2020, where the best suitable places for wind farms will be scarce (Ib.).

Last but not least, small wind turbines (SWTs, hereinafter) represent another remarkable market for future developments in wind energy, in spite of their modern emergence in the 1980s (Navigant Research, 2013). Its applications include the cattle industry in the UK and Galicia¹⁷ and the agriculture sector in Denmark; telecommunications or defence, among others. According to Navigant Research (2013) estimations and forecasts, the installed capacity will reach, globally, 182 MW in 2018 from 89 MW in 2013. These figures are not comparable to those related to wind turbines, both onshore and offshore, because SWTs have a smaller rated power. Concerning the geographical distribution, Europe represents the lion's share of the global installed capacity with roughly 60 MW in 2013, followed by North America and Asia Pacific (Ib.). Although this distribution almost will not change in 2018, Asia Pacific would increase their global share.

The main drivers which trigger the maturation of SWT market are, mainly, the feed-in-tariffs model¹⁸ (FIT, hereinafter), public awareness, the emergence of the community ownership model and the social perception that SWTs are viewed as regional economic drivers (Navigant Research, 2013). Nowadays, FIT is relevant in the promotion of SWT technology in UK and Italy. Likewise, public awareness and the community ownership model are also essential due to the main stakeholders are local or property owners instead of larger utilities. In some cases, farmers and municipalities create limited liability companies in order to exploit this natural resource. Finally, SWT technology would trigger regional socioeconomic benefits, such as energy security or the emergence of manufacturers, among others.

¹⁷ For instance, Norvento, a Galician wind turbine manufacturer, is developing new wind turbines with some success in the UK market (*NED 100*). This model of wind turbine is suitable for higher wind sites, with a rotor diameter of 22 metres and a rated power of 100 kW.

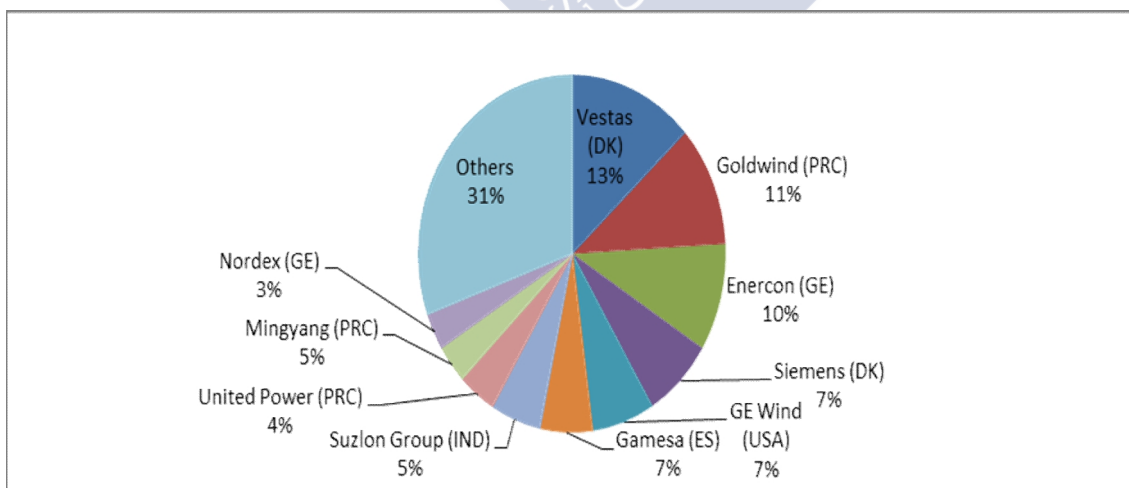
¹⁸ Chapter 3 analyses in-depth the main features of this instrument. Feed-in-tariffs is a remuneration scheme to promote the diffusion of renewable energies by means of an additional payment to the electricity market price. This instrument is based on a market price support framework (Söderholm, 2008) which could be market-independent (fixed-price policies), when the remuneration is independent of the electricity market price. Otherwise, FIT would be a market-dependent policies (premium-price policies) (Couture and Gagnon, 2010).

4. Main agents and features in the global value chain

As a result of this market evolution and the aforementioned features of the wind energy sector, Chinese manufacturers (Goldwind, United Power and Mingyang) or the Indian multinational firm Suzlon are gradually improving their global position in terms of installed capacity (Lewis and Wiser, 2007; Campos and Klagge, 2013). In addition, there is also an increasing importance of both Chinese manufacturers and utilities, because five of the ten top global utilities are from this country (Navigant Research, 2014a). Figure 14 shows the global growing importance of wind turbine manufacturers in emerging markets. This emergence is triggered by the size of those captive markets and several promoting policies (Lema, Berger and Schmitz, 2013; Campos and Klagge, 2013).

The Danish global leader Vestas recovered its traditional first position in 2013, because the late extension of wind's tax credit in the USA hindered the domestic market of GE Wind (Navigant Research, 2014a). Concerning other European firms, internalization was the solution in order to maintain or even increase the market share for the Spanish Gamesa (Latin America and India) and the German Nordex (Europe, Latin America and Africa). In this regard, Enercon has heavily relied on its home market and Siemens has undergone changes for the United States' stagnation (Ib.).

Figure 14. Main worldwide wind turbine manufacturers (2013)



Source: Navigant Research (2014a)

The current situation of overcapacity in many areas, especially in Europe, as well as the pressure on manufacturing costs triggered a more flexible supply chain (Navigant Research, 2014b; Haakonsson and Kirkegaard, 2016). In this regard, technology maturation and the increasing global role of Asian manufacturers put pressure on price and the need of organisational innovations. Likewise, more firm-tailored strategies, such as make-and-buy¹⁹ or build-to-print²⁰, enable the sector to combine in-house production with outsourcing, depending on the specific core activities and the competitive advantage of the auxiliary industry in each location. Thus, there is a shifting from the traditional vertical integration to more flexible strategies. Overall, European lead manufacturers often show higher vertical integration around core activities (manufacturing of blades, generators or controllers) than Chinese firms, which tend to be more organisationally flexible (Haakonsson and Kirkegaard, 2016). The main reason is based on strategy differences concerning technology management. Thus, European international competitiveness are built upon in-house technology developments, but Chinese are focused on assembly tasks; therefore, they outsource manufacturing activities in order to compete on price. However, Chinese firms are engaged in international innovation networks as a technology catching-up strategy (Ib.). At the same time that Asian wind turbine manufacturers increase their world's market share, European turbine suppliers are increasing outsourcing to China, where nowadays is placed, the world's largest manufacturing base (Navigant Research, 2014b.).

Offshore energy stands out as a different market niche for component manufacturers and turbine designers, due to singularities concerning tailoring components, as well as grid connections, foundations and installations (Blanco, 2009; Wüstemeyer, Madlener and Bunn, 2015). The market of some key components is oligopolistic, with only few available suppliers in Europe, given the novelty of the offshore deployment in contrast to the onshore (Thomsen, 2014). It could be argued that promising prospects and the consolidation of this development could enhance critical mass and market competition. Although some components manufacturers could take advantage of learning process in onshore, others such as main frame, gearbox, tower or

¹⁹ Make-and-buy strategy represents a decision in which the firm manufactures in-house a percentage of a component or product and it also outsources the other part of the production. For instance, this strategy would be implemented due to a sudden increase in the demand, which cannot be met by in-house production or a bottleneck in the supply chain that restrict the inputs to the firm.

²⁰ Build-to-print or, alternatively build-to-suit, represents an outsourcing process in which the manufacturer produces goods according to the exact technical specifications provided by the customer.

transformer require launching a different R&D line seeking remarkable improvements from onshore products and services (Wüstemeyer, Madlener and Bunn, 2015). In this regard, based on a survey analysis, these authors highlight that innovation in offshore and onshore are affected by different drivers. In addition, the structure of value creation is, to a large extent, different, because value creation in onshore depends on mass production; therefore, it is subject to learning process. On the contrary, value creation in offshore is created on-site and their learning paths could be similar to conventional power plants. Moreover, there is a higher degree of volatility in costs in offshore farms due to singularities and unexpected conditions in each site (Myhr et al., 2014). Table 1 depicts the cost breakdown for these kinds of wind installations in order to show the two value creation paths. Wüstemeyer, Madlener and Bunn (2015) also underlined that the influence of technological innovations in the projects' future costs is 24% higher for offshore than onshore.

Table 1. Distribution of cost for onshore and offshore wind farms (in percentages)

Stages	Onshore	Offshore
Project development	8	4
Turbine	71	40
Infrastructure	9	
Grid connections	12	14
Installation		23
Foundation		19

Source: Wüstemeyer, Madlener and Bunn (2015)

Currently, offshore wind energy undergoes several technological improvements not only related to cost reductions or reliability, but also to new market opportunities which enhance offshore diffusion. For instance, several developments regarding floating structures make easier the development of offshore projects in deep waters. In this regard, the Norwegian utility Statoil is installing the first worldwide floating offshore wind farm in Scotland (Hywind Scotland Pilot Park) in 2015, using Norwegian technology (Hywind foundations). Spanish firms Navantia and Windar are the suppliers of these floating foundations. It is expected that this wind farm with five turbines rated 6 MW comes into operation at the end of 2017.

Concerning technology and economic feasibility, Castro-Santos and Diaz-Casás (2014) apply the life-cycle methodology to undertake the feasibility of offshore

installations along the Galician coast. In addition, Myhr et al. (2014) and Bjerkseter and Ågotnes (2013) develop a comprehensive analysis of the economic feasibility of seven different offshore floating foundations in comparison with the traditional bottom-fixed ones (jackets and monopile). In this regard, these authors quantify the levelised cost of energy (the minimum unit price of energy) and its main drivers. The main aim is to design the best choice depending on technology advantages, in terms of material costs, as well as on-site conditions. Given that almost all the floating foundations are still prototypes, these studies and the strong deployment of this market highlight the increasing relevance of offshore wind within renewable energies. However, energy cost in relation to well-established renewable energies represents a key challenge, therefore, a field for future technological improvements.

Given the singularities of the offshore value chain, as well as the technological opportunities, due to the relative underdeveloped state of technology in comparison with onshore, it could be key to launch component-oriented subsidies in order to overcome bottlenecks and foster technological improvements (Wüstemeyer, Madlener and Bunn, 2015).

5. R&D performance in the wind sector

R&D activities play a remarkable role in the wind sector as a way to compete successfully in international markets. Wind energy continually evolves, arising new technology solutions and management improvements along the global value chain. Thus, turbine and components manufacturers should make relevant efforts in order to develop or catch-up cutting-edge technology. The increasing worldwide competition in the wind sector triggers ambitious R&D investment plans either aimed at consolidating existing competitive advantages or catching up cutting-edge technologies. For these reasons, R&D investment at firm or sectoral level could represent a key indicator of competitiveness.

Concerning public domains, wind energy policy is established in the Strategic Energy Technology Plan (SET Plan), developed by the European Commission. In this regard, the main aims of this strategy focused on this renewable energy are to increase the sectoral competitiveness, take advantage of the offshore emergence, as well as make easier the grid integration (AEE, 2012a). The future relevance of this sector is illustrated

by the investment of 6.000 million euros of public funds during the period 2010-2020, with a special focus on offshore wind. At the firm level, companies are also increasing their efforts in R&D and innovation activities, as well as in strengthening their linkages with regional and worldwide innovation hubs. All of this underlines the relevance of technological and organizational improvements.

In this section, the main features and trends of the R&D investment from the public sector, as well as at the firm level are analysed. First of all, public RD&D budgets related to wind energy are studied by means of the Energy Technology RD&D database published by the International Energy Agency (IEA). In this regard, performance of the Spanish public bodies in this field is compared with their counterparts in Denmark, United Kingdom, Germany and USA. Later, R&D performance at firm level in the global wind sector is studied through the R&D Industrial Investment Scoreboard, published by the European Commission. This database summarises the economic and financial data of top European, as well as global R&D investors.

5.1. Public RD&D performance of the Spanish wind sector in the international context

Analysing the evolution and trends of public sector concerning basic and applied research, as well as experimental development and demonstration, could be a good approximation to assess the innovation system performance regarding public spheres. Furthermore, this assessment could make easier to analyse public efforts with regard to the government's guidelines in energy policy. In this regard, the International Energy Agency (IEA) publishes annual data, for its member countries, related to the public budgets in research and development, as well as demonstration activities in the energy field, following the Frascati Manual (OECD, 2002) methodology. The IEA decides to include public budgets for demonstration projects, because of their relevance in context of high uncertainty regarding the outcomes of R&D activities, mainly when demonstration projects could not be addressed only by the private sector (IEA, 2011). Energy RD&D covers *“research, development and demonstration related to the production, storage, transportation, distribution and rational use of all forms of*

energy” (IEA, 2011, p. 16). Likewise, RD&D programs could be included in the following seven branches (Ib.):

- Energy efficiency;
- Fossil fuels;
- Renewables²¹;
- Nuclear fission and fusion;
- Hydrogen and fuel cells;
- Other power and storage techniques;
- Other cross-cutting technologies or research.

The IEA adopts a methodological perspective based on the government budget appropriations or outlays for RD&D (GBAORD)²²; that is, the data gathered by the IEA includes public RD&D budgets regardless of the performer (IEA, 2011). In this regard, public funding bodies could be the central or federal government, as well as provincial and state units. Furthermore, the analytical scope also includes state-owned enterprises; but private funds expending by public bodies, funds from public bodies, NGOs and charities, as well as private contributions to public-private partnerships are excluded (Ib.).

With the purpose of analysing public wind RD&D in Spain, as well its evolution in the main OECD markets, absolute and relative variables were selected from 1991 to 2014 (first and last year with available data). Throughout this period there is comprehensive information for the main traditional market for wind energy within the IEA member countries. In this regard, Spain, Denmark, Germany, United Kingdom and USA were selected on basis of their leadership in this market concerning installed capacity. Likewise, all the data are expressed in US dollars and purchasing power parity (PPP)²³ allows more accurate international comparisons and makes easier isolate the effect of inflation on RD&D expenditures.

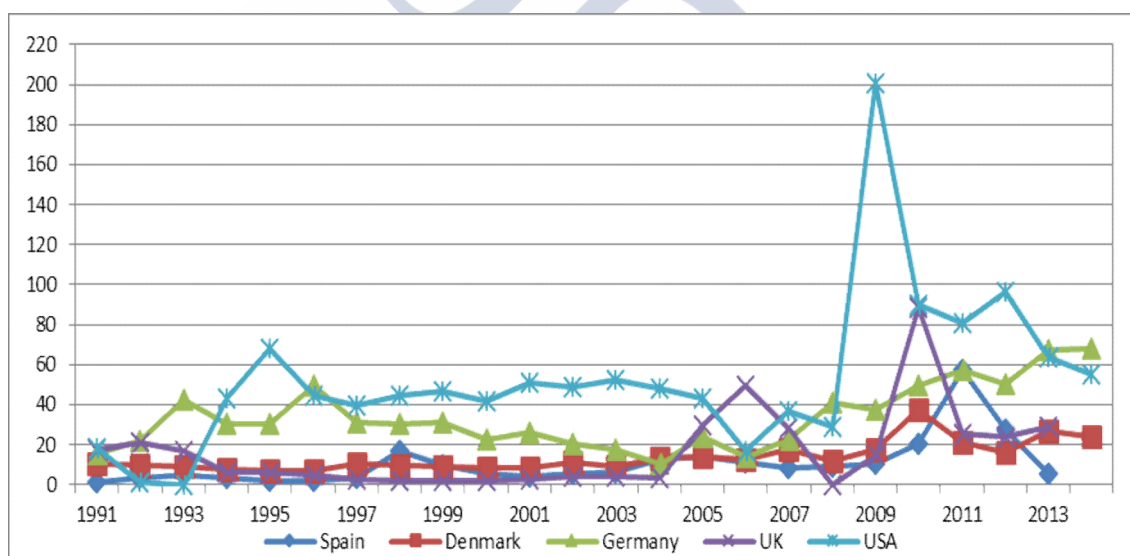
²¹ They encompass solar energy, wind energy (onshore and offshore), ocean energy, biofuels, geothermal energy, hydroelectricity and miscellaneous.

²² This methodology is the opposite of the RD&D intramural expenditures approach, in which RD&D expenditures are quantified from the performers’ perspective. In this regard, performers could be both from the public or private sector.

²³ PPP terms are expressed in 2014 prices.

Figure 15 shows the total amount of public RD&D (government and state-owned enterprises) investment. Regardless sudden fluctuations of this variable, the main public supporters of wind RD&D in absolute terms are USA and Germany, mainly because of the size of their economies and wind sectors. In this regard, public bodies in the USA designate annually 52,2 million USD on average; and German public units almost 33,8 million USD. USA reached their peak in 2009 with more than 200 million USD and Germany in 2014 with almost 68 million (IEA, 2015b). Far away from these figures, Denmark, United Kingdom and Spain are lagged behind with more modest expenditures. However, Denmark and United Kingdom, on the one hand, and Spain, on the other one, show different patterns. The first two countries are increasing their public investment, but Spain depicts the opposite evolution in line with an adverse national institutional context.

Figure 15. Total wind public RD&D in million USD (2014 prices and PPP)



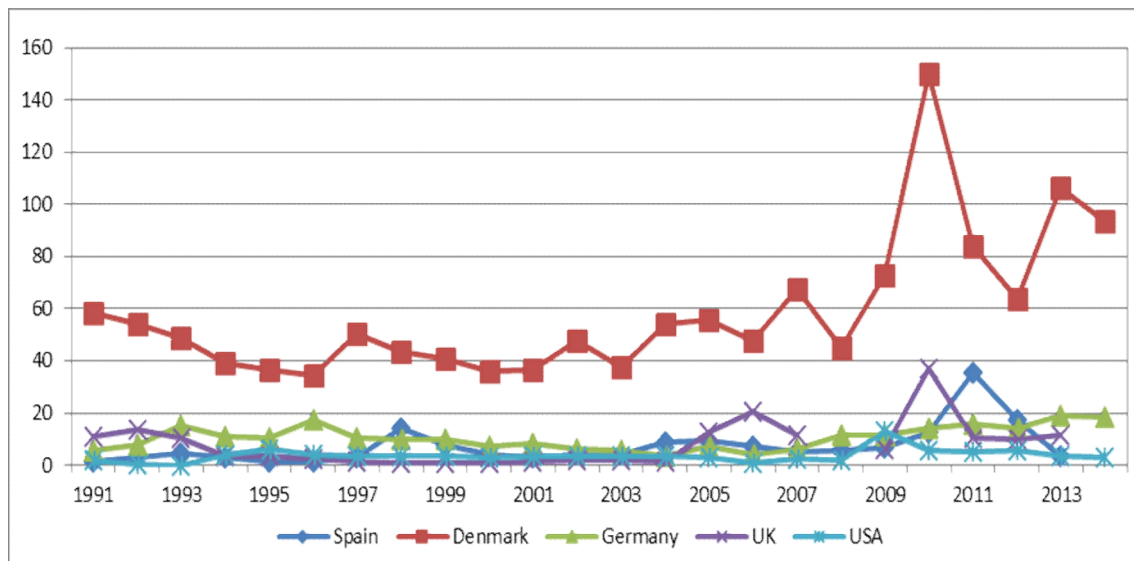
Source: IEA (2015b)

Absolute RD&D figures should be complemented with estimations which take into account the relative size of the economy in order to measure more accurately the effort of public bodies in each country. Figure 16 shows the evolution of total RD&D per million units of PPP GDP in real terms²⁴. Denmark stands out as the main country in

²⁴ Both GDP and RD&D flows in nominal terms and national currencies were deflated through the OECD GDP deflator. Likewise, both flows were also expressed in PPP by means of OECD PPP indicator. The IEA only provides directly aggregated data concerning total RD&D per unit of GDP, without a breakdown; therefore, it is advisable to estimate this measure only for wind energy.

terms of public investment in wind RD&D per unit of GDP. In this regard, Danish public bodies allocate, at least, 40 \$ per million unit of GDP, and public RD&D budgets allocates annually 58,5 \$ on average during the period analysed. The peak was reached in 2010 with more than 150 \$ per million unit of GDP. Likewise, the general trend shows that public bodies from Denmark are increasing their relative expenditures in terms of GDP.

Figure 16. Total wind RD&D per million unit of PPP GDP



Source: Own elaboration based on IEA (2015b)

Far away from these figures, Germany, United Kingdom, USA and Spain are lagged behind; with average expenditures below 10 \$ per million unit of GDP. However, Germany, United Kingdom and Spain double, and in some cases triple, the expenditures undertaken by USA public bodies during this period. Nevertheless, public units in Spain are reducing their investment in RD&D in terms of GDP since 2011; at the same time, Germany and United Kingdom are increasing them. These opposite trends could illustrate the different development stages followed by these countries. In this way, United Kingdom is leading the wind offshore market and several pioneer projects related to this field. Likewise, Germany is consolidating their position in the onshore market and also open new market niches in the offshore wind. On the contrary, Spain is undergoing a sectoral stagnation due to institutional instability and the economic crisis with feedback loops. According to the most recent annual data available

(2013), public bodies in Denmark spend 106 \$ per million unit of GDP, Germany and the United Kingdom allocate 18,7 and 11,6 \$, respectively; and both Spain and the USA 3,7 \$ (IEA, 2015b).

These data are consistent with the ambitious sectoral promotion policies set up, mainly, by Denmark, Germany and the United Kingdom regarding technology infrastructure. Regarding the Danish case, it is obvious the long-run public support through the university system, as well as by means of public or semi-public technology centres which strengthen the singular Danish bottom-up or “bricolage” development model (Garud and Karnøe, 2003; Christensen, 2010). Likewise, public bodies in the United Kingdom and, to a lesser extent Germany, are also fostering RD&D programs, mainly in offshore wind energy. In the case of Germany, the role played by the Fraunhofer Institute network is remarkable.

5.2. R&D performance at firm level in the global wind sector

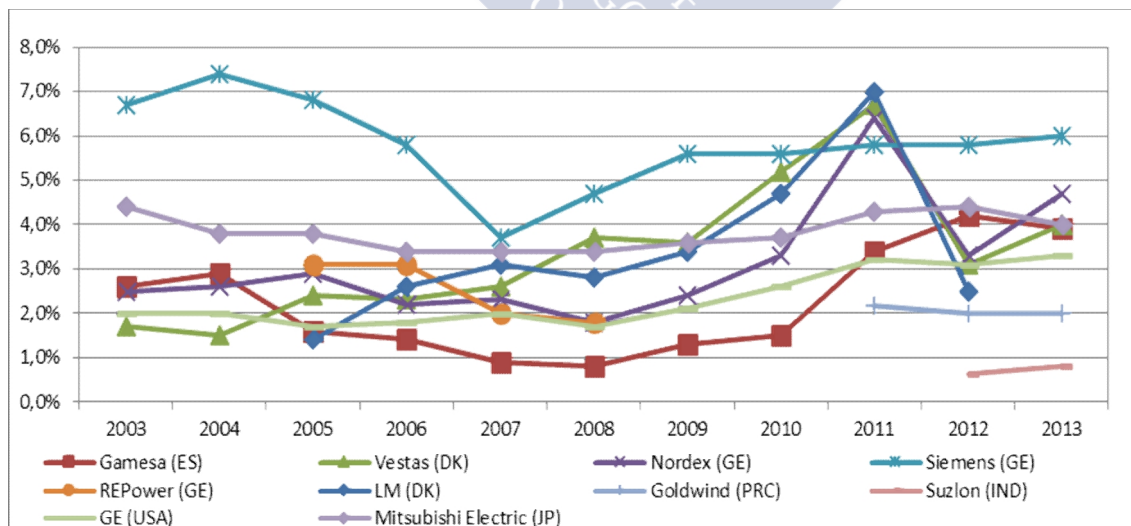
Nowadays, wind energy is characterised by the increasing globalisation of its value chain, as well as the rising competition among traditional manufacturers and those which come from emergent markets. In this context, it is key to upgrade business, diversified portfolios and markets, as well as improve innovative performance. In this regard, R&D intensity represents a widely used measure, which indicates the relative degree of investment in research and development activities in terms of the total firm sales. Alternatively, it is also used for countries and regions in terms of the GDP. Anyway, it is widely assumed that this indicator can approximate the degree of investment in generating new knowledge (OECD, 2011a).

The EU Industrial R&D Investment Scoreboard, published by the European Commission, constitutes a database of top European, as well as some global firms regarding their economic and financial performance. This information is based on each company annual report. For this reason, not all the top firms are involved in this database, because it depends on the information available and the willingness of firms to collaborate. Likewise, it encompasses information of R&D intensity by firm from 2003 to 2013. Figure 17 shows this indicator for the main global wind turbine manufacturers for that period of time.

Before analysing these data it is key to underline some additional explanations. In this regard, it is included the Danish blade manufacturer LM, which stands out for its R&D expenditures in the wind sector. In spite of the fact that Enercon installed 10% of the total wind turbines worldwide in 2014, its data is not available in the EU Industrial R&D investment Scoreboard. The Commission of the European Communities (2009) estimated that Enercon undertook an R&D investment in the wind sector of roughly 17,5 millions of euros in 2007. This figure is above Nordex's investment in the same year (17,24), Repower (13,38) or almost the same than LM (17,77). Vestas acquired NEG Micon (with an R&D intensity of 7,8% in 2003) in 2004; therefore, since that year, data from Vestas embodies the resulting group. Moreover, data from REPower is only available until 2008, because it was acquired by Suzlon in that year.

According to Figure 17, investment in R&D activities of the selected firms represents, at least, 1% of their sales during the period of time analysed. Nevertheless, there are remarkable differences among manufacturers. As long as the Danish and German firms, such as Vestas, LM or Nordex reached 2% of the total sales allocated to R&D investment, the Spanish firm Gamesa was below between 2005 and 2010. This period of time encompasses the deployment of Gamesa's domestic market, in which achieved a leader position.

Figure 17. R&D intensity of the main global wind turbine manufacturers (2003-2013; in percentages)*



*Note: R&D intensity concerning Siemens, General Electric and Mitsubishi Electric embodies the whole economic activity and not only wind energy.

Source: Own elaboration based on European Commission (2015)

Firms from emergent markets (Goldwind and Suzlon) performed poorer than those from consolidate markets. For instance, Chinese wind sector was able to close the gap with the worldwide leading sectors in only ten years by means of technology transfer mechanisms (Lewis, 2011; Klagge, Liu and Campos, 2012; Lema, Berger and Schmitz, 2013). Co-designing among local and overseas firms, as well as the development of R&D activities in technology centres in the main world hubs were increasing, since the end of the first decade of 21st century²⁵ (Lewis, 2011; Klagge, Liu and Campos, 2012). In spite of these recent trends, the Chinese sectoral innovation systems are undergoing several barriers to achieve a high innovative performance (Klagge, Liu and Campos, 2012). In this regard, it should be underlined the low R&D investment, the weak collaboration between academia and industry, as well as the lack of skilled labour force (Ib.). Lema, Berger and Campos (2013) assert that innovative performance in the Chinese sector lies in business-model innovations. Moreover, there is still a dependence on foreign technology, through licensing, mergers and joint ventures (Klagge, Liu and Campos 2012). For these reasons, the Chinese wind sector should foster endogenous developments and the ties with worldwide top technological hubs to avoid lock-ins. This strategy could be key in order to penetrate into new cutting-edge sectors, such as offshore wind.

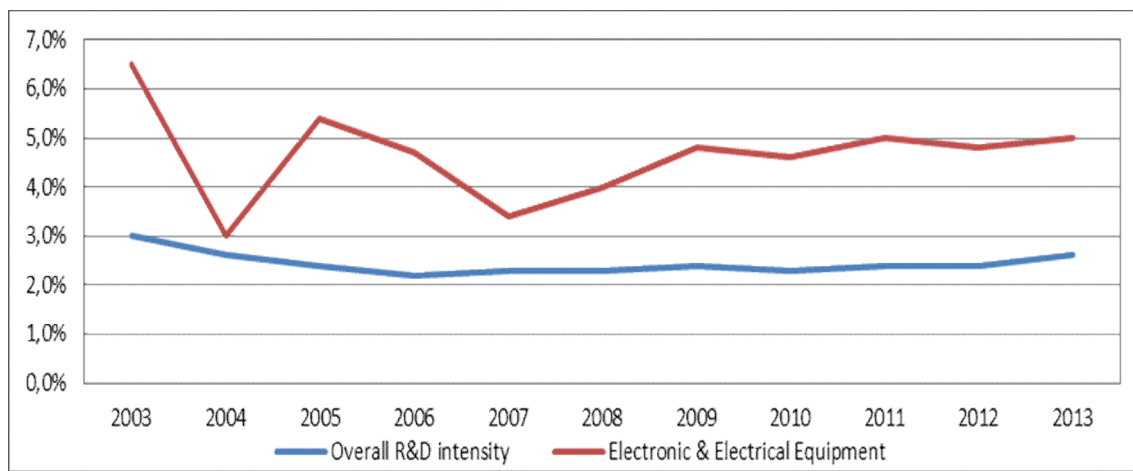
Current trends show an increasing R&D intensity, which could be triggered by the rising international competences among firms in emergent as well as consolidate markets. From the R&D intensity data of the main global wind turbine manufacturers, wind sector could be classified as a medium-high R&D intensity sector (between 2% and 5%), following the indications of the European Commission (2015).

Siemens and, to a lesser extent, Mitsubishi Electric perform better than the sectoral average, because their data embodies industrial R&D investment in more sectors than wind power. In fact, both firms are classified into Electronic & Electrical Equipment branch, following the European Commission (2015) breakdown. Figure 18 shows the different performance between firms included into Electronic & Electrical Equipment branch and the general results for the top European firms. In this regard, firms included into this aforementioned branch performed better than the average, being

²⁵ Co-design activities among local and overseas firms was also undertaken in the Indian wind sector in the earlier 2000s (Kristinsson and Rao, 2008).

currently the difference higher than two perceptual points. Given Siemens and Mitsubishi Electric undertake more activities involved in medium-high and high R&D intensity than wind energy (see Figure 17), their overall R&D intensity is higher than their competitors in the wind energy sector. Likewise, other manufacturers analysed are mainly included into Alternative Energy, as well as into Industrial Engineering. However, temporal comparison is complex due to the inexistence of these branches for the whole period analysed (2003-2013).

Figure 18. Comparison between R&D intensity in Electronic & Electrical Equipment branch and the general performance of the top European firms



Source: Own elaboration based on European Commission (2015)

6. Conclusions

At the same time that wind energy reaches global diffusion, the sector has been undergoing several changes concerning main markets and agents, new market niches, as well as new technology improvements. In spite of the traditional utilisation of this renewable resource, Denmark was the modern pioneer, based on a bottom-up development model, regarding commercial deployment and its integration in the grid. Several development models arose around the world in order to take advantage of the environment and socioeconomic benefits triggered by wind energy.

Despite European and North American origins, the relevance of emergent markets is increasing due to ambitious strategies, which combine market promotion policies with technology policies aimed at catching-up cutting-edge regional hubs.

Currently, these emergent markets constitute the sectoral driving forces and they are responsible of remarkable changes in global value chains. In this regard, Chinese and Indian multinational manufacturers are gradually improving their global position in terms of installed capacity. Domestic market size and a comprehensive set of national promotion policies could explain these progressions.

Offshore wind emergence, together with its value chain singularities, as well market potentialities, are also changing the global wind sector. Regardless of its concentration on Europe, offshore wind could represent another step ahead in the green revolution due to the huge opportunities of electricity generation in deep waters. Production costs as well as supply chain bottlenecks could be the most remarkable challenges for this new wind sector.

As the main sectoral features show, sectoral stakeholders are facing a global competitive context in constant transition. In this regard, R&D activities stand out as one of the most essential indicators in order to assess the competitiveness, not only at the firm level, but also of the innovation system as a whole. Concerning the performance of public bodies regarding RD&D budgets, the IEA Energy Technology RD&D Statistics provides an exhaustive database of national performance. Denmark public units stand out for their funds allocated to basic and applied research, as well as demonstration activities, in terms of its national GDP. Germany and UK are gradually increasing their budgets. At the same time, Spain, due to sectoral institutional and financial unstable contexts, undergoes a moderate decrease.

Concerning R&D performance at firm level, it could be highlighted that European turbine manufacturers allocates significantly more funds than manufacturers from emergent markets, in terms of their firm sales. These different patterns could be explained by the diverse development paths and institutional contexts. In this regard, manufacturers from mature markets are used to face high competitive market conditions in contrast to the characteristic captive markets in China or India. Moreover, manufacturers from emergent markets are catching up cutting-edge technologies and methods by means of technology transfer, acquisitions and mergers and, to a lesser extent, getting in touch with top regional hubs.

These features and trends highlight that wind sector is facing a wide array of socioeconomic, technology and environment pressures to ensure sectoral

competitiveness, as well as dealing with the response to global challenges, such as global warming and energy security.



CAPÍTULO 3

OS INSTRUMENTOS DE INTERVENCIÓN PÚBLICA PARA A PROMOCIÓN DO SECTOR EÓLICO



1. Introducción

A intervención pública a nivel sectorial plásmase nun conxunto amplo de instrumentos dirixidos a acadar os obxectivos establecidos na axenda de promoción. Neste sentido, o conxunto de instrumentos pode ser de natureza diversa, en función de se actúan polo lado da demanda ou da oferta, do seu horizonte temporal de actuación (de curto a longo prazo) ou ben, da súas orixes (política industrial, tecnolóxica, enerxética, educativa, entre outras). Asemade, a combinación de instrumentos e horizontes temporais varía substancialmente a nivel sectorial, espacial e temporal. Deste modo, cómpre deseñar os instrumentos e planificar a súa implementación de forma específica para cada contexto.

O obxectivo deste capítulo consiste na categorización e sistematización dos instrumentos de promoción do sector eólico. Enténdese por promoción sectorial, non só o desenvolvemento da potencia instalada, senón tamén a emerxencia e consolidación dun sector industrial e de servizos parello á crecente utilización desta fonte renovable. Analízanse os instrumentos máis utilizados a nivel mundial para facilitar o desenvolvemento sectorial integral, clasificándose tanto segundo a súa natureza de demanda ou de oferta, como en función de se actúan a curto, medio ou longo prazo. Ademais, no caso de que se aplicaran, total ou parcialmente, tanto se foi a nivel galego como estatal, estúdanse as súas principais características, tendencias e resultados. Ao considerar o desenvolvemento integral dende unha perspectiva temporal de longo prazo, o estudo dos instrumentos presentará unha natureza multidisciplinar e dinámica.

A estrutura deste capítulo divídese en catro epígrafes, empezando con esta introdución. En primeiro lugar, introdúcese unha clasificación para categorizar os diferentes instrumentos de promoción do sector eólico en función da súa natureza de demanda ou oferta, así como en relación ao horizonte temporal de actuación. Nas seguintes epígrafes examínanse polo miúdo os principais instrumentos de promoción, atendendo ás súas características definitorias. Deste modo, a epígrafe tres analiza os instrumentos de curto prazo que facilitan a expansión da enerxía eólica e a localización de empresas nas primeiras fases de desenvolvemento. A continuación, examínanse as medidas de localización a medio e longo prazo, principalmente os instrumentos ligados

coas políticas industriais e tecnolóxicas que favorecen a competitividade e a resiliencia sectorial²⁶.

2. As políticas da oferta e de demanda na promoción da enerxía eólica nun contexto dinámico

Na epígrafe quinta do primeiro capítulo constatouse a multidisciplinaridade na implementación de políticas a nivel sectorial. Neste sentido, o fomento dun novo sector leva implícito o deseño e implementación de políticas de diferente natureza, como poden ser a industrial, a tecnolóxica ou a enerxética, entre outras. Á súa vez, estas políticas que fomentan a innovación e o desenvolvemento sectorial poden constituír medidas polo lado da oferta ou da demanda. Porén, as interaccións presentadas nesa epígrafe describen un proceso en certa medida estático. No proceso de innovación e de desenvolvemento dun sector ligado a unha tecnoloxía renovable interactúan diversas forzas que poden ter un alcance a curto, medio ou longo prazo. Deste modo, cando se analizan os instrumentos que poden fomentar a emerxencia e consolidación do sector da enerxía eólica cómpre ter en conta a dimensión temporal. Asemade, as políticas implementadas nas primeiras fases de desenvolvemento, así como o seu relativo éxito ou fracaso, van condicionar o abano de instrumentos que se poden aplicar en etapas posteriores. Polo tanto, sempre vai estar presente unha certa dependencia da senda (*path-dependence*) nos procesos de deseño, implementación e avaliación de políticas.

Co obxectivo de incluír o horizonte temporal, os diferentes tipos de intervención pódense clasificar en función deste horizonte, a curto, medio e longo prazo; e, en base ao seu obxectivo, se é a creación de mercados ou a política industrial e tecnolóxica. Aínda que as diversas modalidades de intervención poden clasificarse segundo outros criterios, selecciónanse os dous anteriormente sinalados, posto que son os que mellor se adaptan á consecución dos obxectivos deste capítulo e nos que se fai maior fincapé. Asemade, o amplo abano de políticas non son excluíntes, tendendo a súa complementariedade temporal e á súa perspectiva sistémica.

De acordo ao anteriormente exposto, neste capítulo analízanse sistematicamente diversos instrumentos de fomento do sector eólico, tanto polo lado da demanda como da

²⁶ Aínda que este termo xa se abordou no capítulo 1, pódese definir a resiliencia sectorial como a capacidade que posúe unha rama produtiva determinada para adaptarse a un contexto socioeconómico globalizado, caracterizado por unha elevada competitividade.

oferta, así como dende a perspectiva de curto, medio e longo prazo. Neste sentido, a Táboa 2 presenta os instrumentos que se estudarán nas epígrafes posteriores, clasificados en función do horizonte temporal e da súa natureza. O horizonte temporal refírese fundamentalmente á fase de desenvolvemento sectorial na que se deberían implementar os devanditos instrumentos. Deste modo, un instrumento de curto prazo implementárase nas primeiras fases de desenvolvemento, debido a que o seu impacto no sector é máis inmediato, especialmente na creación de mercados. Así, unha medida que protexa os mercados locais das importacións ten un efecto máis no curto prazo que o fomento das capacidades produtivas, na que se apreciarían os resultados a medio e longo prazo. Os instrumentos de longo prazo inciden nos determinantes da localización dos axentes en fases de desenvolvemento posteriores. Non obstante, un mínimo de condicións de mercado son necesarias en todo momento para manter o sector eólico, polo que esta clasificación non é taxativa. Por esta razón, a división entre curto e medio/longo prazo indícase cunha liña descontinua. Asemade, os instrumentos clasifícanse en función de se actúan polo lado da demanda ou polo lado da oferta. Os instrumentos de demanda promoven, principalmente, a penetración da enerxía eólica nos mercados. En cambio, os instrumentos de oferta inciden na capacidade produtiva dos axentes do sector para fornecer de bens e servizos á cadea de valor.

Táboa 2. Clasificación dos instrumentos de fomento do sector eólico

	Instrumentos de demanda	Instrumentos de oferta
Curto prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumentos do réxime retributivo • Concursos públicos de potencia • Obxectivos de política enerxética • Incentivos financeiros e fiscais 	<ul style="list-style-type: none"> • Políticas de contido local • Aranceis
Medio e longo prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Compra pública verde 	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivos á I+D • Infraestrutura tecnolóxica • Transferencia tecnolóxica e aprendizaxe interactiva

Fonte: Elaboración propia

3. Políticas de promoción baseadas na creación de mercados e de fomento das capacidades produtivas no curto prazo

A creación de mercados constitúe unha condición necesaria para a emerxencia e posterior consolidación dun sector, especialmente cando se analiza unha nova fonte de

enerxía renovable, como a enerxía eólica, que ten que competir nun sistema enerxético baseado na produción centralizada de enerxía de orixe fósil e con fortes rixideces institucionais. Segundo Del Río e Bleda (2012), os instrumentos de promoción das enerxías renovables pódense diferenciar entre os destinados a facilitar a súa expansión, mediante a creación de mercados, e aqueles englobados no apoio público á I+D. A primeira tipoloxía ten unha clara orientación cara á demanda, mentres que a segunda caracterízase por ser un conxunto de medidas polo lado da oferta. Asemade, os instrumentos que favorecen a expansión das enerxías renovables afectan directamente á creación de mercados, pero tamén teñen un impacto indirecto na aprendizaxe produtiva, na innovación e nos investimentos privados en I+D (Del Río e Bleda, 2012; Polzin et al., 2015). Estes efectos indirectos prodúcense debido ao aumento das expectativas de crecemento no mercado das fontes renovables, así como por unha maior estabilidade nos fluxos de caixa dos promotores. Polo tanto, as políticas de demanda (creación de mercados) non só se circunscriben a fomentar unha maior penetración destas fontes enerxéticas. Neste sentido, Iizuka, Dantas e Bodas (2015) diferencian entre a difusión da capacidade de xeración de electricidade (vinculada á penetración no mercado) e a difusión da capacidade de produción de equipamento (fortalecemento da oferta).

Nesta epígrafe analízanse os principais instrumentos, tanto polo lado da demanda como da oferta, que fomentan o desenvolvemento da enerxía eólica nas primeiras fases de desenvolvemento. Os instrumentos estudados e descritos constitúen os máis estendidos no eido da enerxía eólica, facendo especial fincapé naqueles aplicados na realidade galega e española.

3.1. Políticas de demanda

O principal obxectivo das políticas de demanda consiste en incrementar a penetración da enerxía eólica no mercado das tecnoloxías renovables (Del Río e Unruh, 2007; Campos e Klagge, 2013). A súa implementación está xustificada polo deficiente funcionamento do sistema de prezos para substituír as fontes enerxéticas convencionais por renovables e as barreiras institucionais que impiden o seu desenvolvemento (Dosi e Grazzi, 2009). Deste modo, para garantir un maior grao de penetración da enerxía eólica destacan algunhas políticas polo lado da demanda, como son un sistema estable de primas ou concursos públicos de asignación de potencia transparentes. Asemade, os

incentivos financeiros e fiscais, así como os obxectivos de política enerxética constitúen exemplos significativos de políticas polo lado da demanda (Friebe, Flotow e Täube, 2014).

3.1.1. Obxectivos de penetración da enerxía eólica

Os obxectivos de política enerxética constitúen un eixo central para a planificación enerxética e o desenvolvemento das estratexias para cada tecnoloxía. Deste modo, os obxectivos de política enerxética deben xurdir do consenso nas metas e no método para abordar os retos e as novas oportunidades que faciliten unha solución ante problemas ambientais e socioeconómicos. Este tipo de instrumentos pódense articular mediante uns obxectivos voluntarios ou metas orientativas; ou ben, a través de obxectivos obrigatorios. Independentemente do nivel de compromiso, constitúen instrumentos polo lado da demanda, dado que as autoridades incentivan a penetración das enerxías renovables mediante o establecemento dos piares para outras políticas, coma poden ser as do sistema remunerativo ou incentivos financeiros ou fiscais. Deste modo, constitúen o punto de partida ou razón pola cal se implementan outras medidas de creación de mercados.

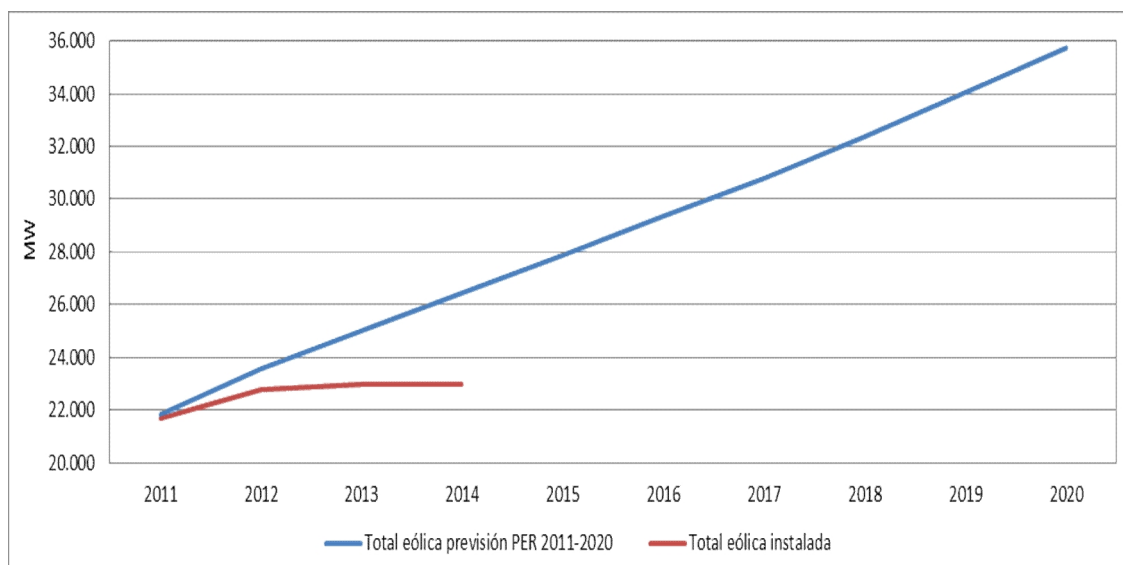
A nivel supranacional, a Unión Europea acordou na Directiva 2009/28/CE obxectivos mínimos vinculantes para o conxunto dos Estados membros e para cada un deles cara ao ano 2020. A grandes trazos, a normativa comunitaria establece que o 20% do consumo final bruto de enerxía da UE proveña de fontes renovables para o ano 2020. Asemade, fixa unha porcentaxe do 10% para a enerxía consumida no sector do transporte para cada Estado membro. A maiores destes obxectivos, estipúlase que a eficiencia enerxética ten que mellorar un 20% e as emisións de gases de efecto invernadoiro deben reducirse nunha porcentaxe análoga.

En España, o Instituto para a Diversificación e o Aforro da Enerxía (IDAE), dependente do Ministerio de Industria, Turismo e Comercio; establece os obxectivos por tecnoloxías renovables, así como medidas para a súa consecución. En particular, o Plan de Acción de Enerxías Renovables de España (PANER) 2011-2020 (IDAE, 2010) e o Plan de Enerxías Renovables (PER) 2011-2020 (IDAE, 2011) constitúen os documentos principais que sistematizan toda esta información. Ademais, ditos plans traspoñen os requirimentos da Directiva 2009/28/CE aos obxectivos nacionais en

materia enerxética e establecen mecanismos de seguimento e avaliación. O PANER fixa unha porcentaxe global de participación das enerxías renovables dun 20,8% no consumo final bruto de enerxía.

En relación coa enerxía eólica, o PANER estipula a súa achega conxuntamente coa enerxía hidráulica, no 70% do total da produción eléctrica de orixe renovable para o ano 2020, sendo a primeira a predominante. Deste modo, a enerxía eólica contribuirá co 52% da produción eléctrica de orixe renovable, supoñendo o 20% da produción eléctrica total e superando á nuclear. Neste sentido, tamén se estima unha produción de 8.000 GWh para a enerxía eólica mariña (IDAE, 2010). A Figura 19 amosa a evolución das previsións da potencia instalada recollidas no PER 2011-2020, comparando coa evolución real da mesma variable ata 2014. Os datos da potencia instalada real en España para o período 2011-2014 foron recollidos dos anuarios da Asociación Empresarial Eólica (AEE). A principal motivación desta comparación consiste na análise do grao de cumprimento dos obxectivos de expansión da enerxía eólica en España, aproximadamente no ecuador de vixencia do PER. As previsións estiman que en España se instalarán 13.895 MW entre os anos 2011 e 2020, dos cales 750 corresponderían á enerxía eólica mariña. Estas cifras representan un crecemento total do 63,6% da potencia instalada eólica cara finais de período. Porén, pódese apreciar un crecente desfase entre as previsións e a potencia realmente instalada nos primeiros catro anos de vixencia do PER. A principal razón é que durante os primeiros catro anos, a taxa de variación media anual acumulada da potencia foi do 1,5%, mentres que a mesma taxa aplicada para o mesmo período ás cifras estimadas no PER ascendeu ata o 4,9% e para o período completo é do 5%. Polo tanto, o ritmo de crecemento anual é moi dispar entre as previsións e os valores realmente acadados, polo que a brecha aumentará se a evolución do sector segue como ata agora. De feito, a finais do ano 2014 había instalados 22.987 MW, pero o PER estimou que ascendería a 26.438 MW, un 15% máis. Na Figura 19 amósase que dende 2012, ano a partir do cal se introduciron os cambios no réxime retributivo das enerxías renovables e se eliminou o sistema de primas, a potencia instalada acumulada en España apenas variou, con tan só 202 MW instalados. Finalmente, en relación coa enerxía eólica mariña, a finais de 2014 non había parques instalados, salvo proxectos en fase de demostración.

Figura 19. Evolución da potencia instalada en España prevista polo PER 2011-2020 e a potencia realmente instalada (2011-2020)



Fonte: Elaboración propia a partir de IDAE (2011) e AEE (varios anos)

En relación coas propostas do PER 2011-2020 para alcanzar os obxectivos fixados, destacan as propostas de carácter horizontal, cun alcance global, que permitirían un maior grao de integración da enerxía eólica no sistema eléctrico. Neste sentido, subliñase a necesidade dun desenvolvemento adecuado das infraestruturas eléctricas, incluíndo novas interconexións internacionais, o aumento da capacidade de almacenamento enerxético, así como a potenciación da xestión en tempo real. En definitiva, inténtanse reducir os vertidos de enerxía eólica²⁷ e, así, optimizar a potencia instalada. No PER 2011-2020 tamén se indica a necesidade de implementar un réxime retributivo estable e predicible, meta que está seriamente comprometida polos recentes cambios normativos con carácter retroactivo que incrementaron a incerteza.

Nas medidas relativas á I+D e á innovación destacan os proxectos de demostración de instalacións eólicas de pequena potencia, iguais ou inferiores a 5kW, conectadas á rede. Ademais, as instalacións de pequena potencia, ata 10kW, destinadas ao sector residencial e terciario terían liñas especiais de financiamento. Asemade, impúlsase o desenvolvemento tecnolóxico innovador que incorpore dispositivos de

²⁷ Os vertidos de enerxía renovable son interrupción da produción de enerxía para adecuar a xeración eléctrica á demanda en cada momento. A enerxía eólica é unha fonte enerxética non xestionable (procede dunha enerxía primaria, o vento, que non depende do fornecemento humano) e os parques eólicos presentan curtos tempos de arranque e parada (IDAE, 2011). Desta forma, en momentos de baixa demanda (horas val) e moito vento, óptase por parar as instalacións para non causar un desfase entre oferta e demanda no sistema eléctrico.

almacenamento tecnolóxico. En relación coa enerxía eólica mariña, recóllense propostas normativas orientadas a simplificar o procedemento administrativo para plataformas experimentais de I+D. Finalmente, cómpre mencionar a creación da rede científico-tecnolóxica REOLTEC, que está coordinada pola AEE, e engloba ao sector empresarial, laboratorios e centros de investigación. Os principais obxectivos desta rede consisten en definir as liñas e prioridades científicos-tecnolóxicas, impulsar a cadea de valor sectorial, coordinar as accións con asociacións semellantes, avanzar na integración da enerxía eólica na rede e, por último, difundir os logros da industria nacional.

3.1.2. Concursos públicos de potencia

Os concursos públicos de potencia constitúen un instrumento polo lado da demanda que pode estimular a penetración da enerxía eólica nun territorio, así como fomentar beneficios socioeconómicos en termos de nova produción industrial, creación de emprego ou conservación ambiental. Actualmente, o principal modelo que se implementou baséase nunha poxa de potencia instalada que organiza a administración pública competente, na cal os potenciais promotores ofrecen un prezo pola enerxía que van producir (Iglesias, Del Río e Dopico, 2011). Porén, este tipo de poxas poden conter criterios adicionais para favorecer algunha tipoloxía de promotor en particular, como axentes locais (Campos e Klagge, 2013). Neste último caso, estipúlanse nas poxas diversos criterios socioeconómicos como poden ser a creación de capacidade industrial, emprego ou algún grao de socialización dos beneficios da explotación deste recurso renovable. Asemade, este último modelo de concurso público de potencia multicriterio pode incorporar outros instrumentos para a consecución dos criterios socioeconómicos, como poden ser as políticas de contido local, que se analizan na epígrafe destinada ás políticas de oferta.

En España, a competencia para autorizar instalacións eléctricas que afecten unicamente a unha comunidade autónoma reside nos gobernos autonómicos (Bacigalupo, 2010). Neste sentido, existen dous tipos de concursos públicos para autorización de parques en España e ámbolos dous están baseados nun modelo multicriterio (Iglesias, Del Río e Dopico, 2011):

- Concursos baseados na iniciativa dos promotores. Este tipo de normativa foi o primeiro en implementarse, sendo os promotores os axentes que iniciaban os

procedementos de autorización. Rexíanse por uns amplos criterios técnicos, financeiros, ambientais e socioeconómicos que tiñan que ser demostrados polos propios promotores, como no caso dos requirimentos de contido local. As autorizacións administrativas en Galicia ao amparo do Decreto 205/1995 seguiron este patrón. A mentalidade imperante tras este deseño de concurso era a produtivista (*more is better*; en terminoloxía anglosaxona), posto que se primaba o crecemento da potencia instalada sobre outros parámetros (Simón et al., 2010; Iglesias, Del Río e Dopico, 2011).

- Concursos baseados na iniciativa dos reguladores. Nesta tipoloxía de concursos, os gobernos autonómicos deseñan previamente uns criterios e requirimentos técnicos, financeiros e socioeconómicos explícitos. Pola súa parte, os promotores preséntanse á poxa e as súas propostas son avaliadas segundo os parámetros prefixados. Por exemplo, adóitanse fixar criterios de solvencia económica ou de impacto económico que terían as actividades de explotación eólica (empregos creados ou capacidade industrial xerada, entre outros). A lexislación galega adaptouse a esta tipoloxía tras a promulgación do Decreto 242/2007 e a Lei 8/2009.

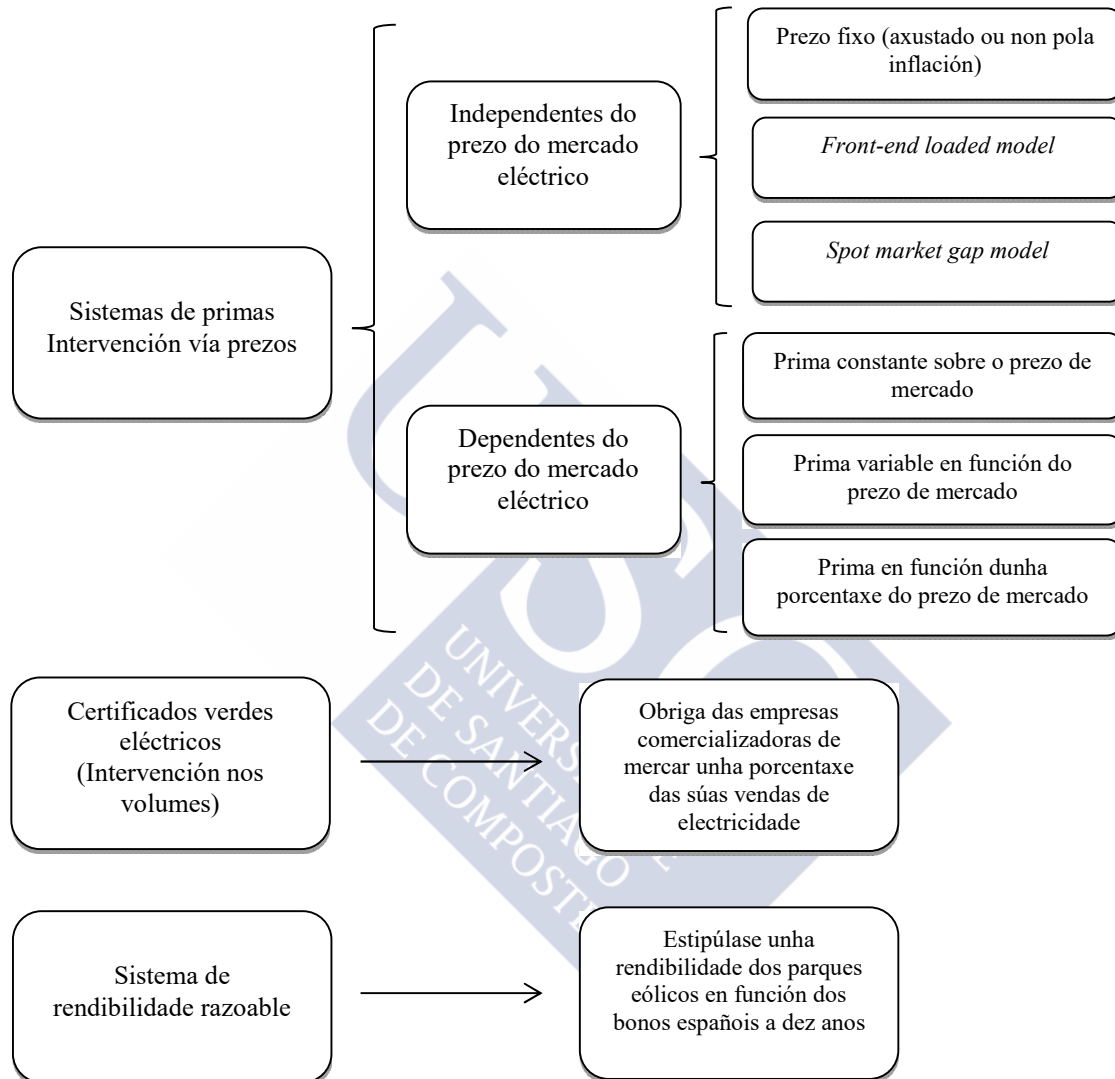
3.1.3. Instrumentos do réxime retributivo

Existen dous esquemas tradicionais de apoio á penetración das enerxías renovables, un baseado na intervención nos volumes producidos, os certificados verdes eléctricos (*green electricity certificates*); e outro fundamentado na intervención vía prezos, sistema de primas (*feed-in-tariffs*) (Söderholm, 2008). O esquema de primas, que se pode clasificar en dependentes ou independentes do prezo de mercado da electricidade, é o máis estendido na maior parte de Europa. Non obstante, os certificados verdes contan cunha ampla traxectoria en países como Suecia ou Noruega. A Figura 20 sintetiza estes instrumentos e as súas posibles variantes que se analizan nesta epígrafe. A súa análise pormenorizada xustifícase polas distintas implicacións no mercado eléctrico, así como nos resultados ligados á penetración desta enerxía renovable nos mercados nacionais.

Un terceiro modelo retributivo, baseado na rendibilidade razoable dos parques eólicos, constitúe un instrumento completamente diferente aos sinalados anteriormente.

Neste sentido, xurdiu en España tras a reforma enerxética de 2013, e estipúlase unha remuneración ligada á rendibilidade do bono español a dez anos, en función da tecnoloxía e da antigüidade das instalacións. Trátase dun modelo único en Europa.

Figura 20. Principais instrumentos do réxime retributivo da enerxía eólica



Fonte: Elaboración propia a partir de Couture e Gagnon (2010); Söderholm (2008); Real Decreto-lei 9/2013

3.1.3.1. Sistema de primas (*feed-in-tariffs*)

O esquema de primas (*feed-in-tariffs*) estrutúrase en dous tipos, en función do seu grao de dependencia dos prezos da electricidade (Couture e Gagnon, 2010; Schallenberg-Rodríguez e Haas, 2012). Tamén pode existir unha combinación dos dous modelos anteriores de primas, como no caso de España ata a reforma de xullo de 2013.

Ata dita reforma, os produtores podían acollerse a unha tarifa regulada, similar a un sistema independente dos prezos da electricidade (*market-independent feed-in tariffs* ou *fixed price model*), ou ben, a un sistema de primas dependente dos prezos eléctricos (*premium feed-in tariffs*). Neste último caso, existían uns valores máximos do prezo da electricidade para os cales non se percibiría prima algunha. Asemade, o prezo mínimo aseguraba percibir a totalidade da prima por debaixo dese limiar.

Esta epígrafe analiza os tres principais instrumentos de cada tipo, dada a súa incidencia na expansión da enerxía eólica. O réxime retributivo baseado nas primas amosou os mellores resultados para desenvolver as enerxías renovables, dado que reduce os custos para os consumidores e facilita o incremento da capacidade instalada (Butler e Neuhoﬀ, 2008). Asemade, este modelo retributivo presenta os mellores resultados para fomentar o desenvolvemento das enerxías renovables tecnoloxicamente máis inmaturos e os investimentos privados en I+D (Del Río e Bleda, 2012). Polzin et al. (2015) realizaron un estudo, con datos de panel dos países da OCDE, co obxectivo de analizar o impacto das políticas públicas de fomento das enerxías renovables no investimento institucional nestas enerxías. As evidencias empíricas amosaron que, dentro dos instrumentos retributivos, o sistema de primas é o que máis incentiva o investimento institucional na enerxía eólica e, polo tanto, o crecemento da potencia instalada mediante esta tipoloxía de investidores.

a) *Sistema de primas independentes do prezo do mercado eléctrico*

Este tipo de instrumentos independentes do prezo de mercado, que é a opción máis estendida, ofrecen un prezo ou tarifa fixa ou mínima á electricidade subministrada á rede (Couture e Gagnon, 2010). O obxectivo desta remuneración consiste en cubrir os custos do desenvolvemento tecnolóxico, e adóitase acompañar cunha garantía de compra da electricidade xerada. En relación á estabilidade da retribución, o sistema de primas con tarifa regulada constitúe o esquema con menor incerteza.

O modelo máis básico é o que estipula unha tarifa fixa pola electricidade de orixe eólica subministrada á rede. Esta tarifa pode contemplar mecanismos de axuste parcial ou completo segundo o nivel de inflación, co obxectivo de que os produtores non sufran unha redución nas súas retribucións reais. A principal vantaxe do modelo básico é a súa previsibilidade e estabilidade, o que contribúe a crear un entorno

favorable aos investimentos. Nos casos de que haxa algún tipo de indexación, pode darse unha excesiva remuneración ao final do período de investimento, posto que a maior parte do investimento xa está amortizada (Couture e Gagnon, 2010). En España conviviou, ao amparo do Real Decreto 661/2007, un modelo híbrido de tarifa fixa regulada cun sistema de primas dependentes do prezo da electricidade no mercado eléctrico. Asemade, este modelo é empregado en Alemaña dende o ano 2000.

A segunda variante dos instrumentos independentes do prezo de mercado eléctrico son os modelos *front-end loaded*. Estes instrumentos concentran os pagos de maior contía ao comezo da vida útil dos parques eólicos, período no que hai unha maior esixencia de fluxos de caixa debido ás amortizacións, así como un maior grao de incerteza (Couture e Gagnon, 2010). Esta opción foi implementada, con certas particularidades, en Francia, Chipre ou Suíza.

Finalmente, o modelo *spot market gap* representa a terceira variante, baseado nunha remuneración fixa constituída pola suma do prezo derivado do mercado eléctrico e un subsidio. Este subsidio é variable, dependendo da diferenza entre a tarifa establecida como remuneración e o prezo no mercado eléctrico. Deste modo, se o prezo no mercado eléctrico é superior á tarifa establecida, non se obtén subsidio e a contrapartida establécese na tarifa fixada no esquema de remuneración (Ib.). Esta última situación pode acontecer en caso de que o prezo da enerxía convencional, de orixe fósil, se incremente e conduza a unha subida dos prezos do mercado eléctrico.

b) *Sistema de primas dependentes do prezo do mercado eléctrico*

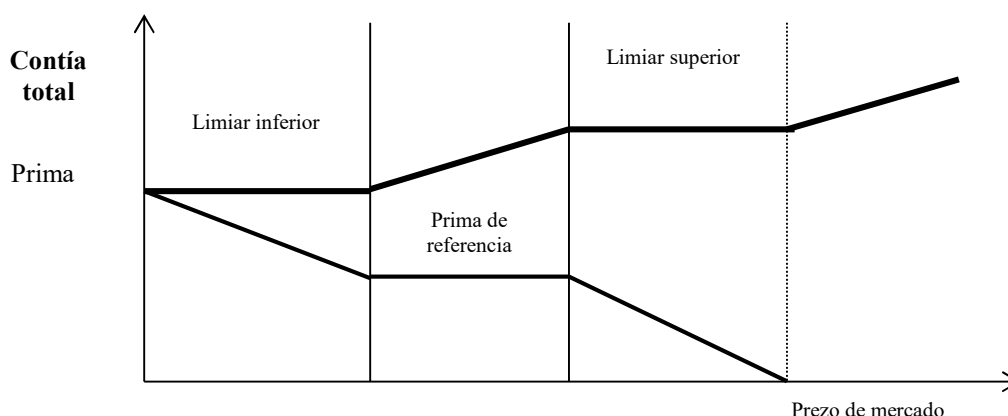
Os modelos retributivos dependentes do prezo da electricidade no mercado eléctrico ofrecen unha prima sobre dito prezo, que pode ser constante ou variable (Couture e Gagnon, 2010). Dita prima pode estar deseñada para incorporar as externalidades positivas, tanto ambientais coma sociais, ao sistema de prezos ou como unha forma de compensación dos custos de xeración (Ragwitz et al., 2009). En termos de desenvolvemento da capacidade instalada da enerxía eólica, o modelo dependente dos prezos da electricidade foi o que logrou un maior desenvolvemento das tecnoloxías renovables, en especial da enerxía eólica (Couture e Gagnon, 2010; Schallenberg-Rodríguez e Haas, 2012). Porén, os certificados verdes e os sistemas de primas dependentes do mercado xeran maior volatilidade nos ingresos dos produtores, ao

dependen do prezo negociado no mercado diario da electricidade (Couture e Gagnon, 2010).

Nesta tipoloxía, o instrumento máis básico é aquel que estipula unha prima fixa sobre o prezo da electricidade. Neste sentido, o prezo total pagado pola enerxía eólica flutuaría segundo as variacións do prezo da electricidade no mercado eléctrico. A principal desvantaxe deste modelo consiste nos posibles altos custos para o sistema eléctrico, no caso de que o prezo da electricidade aumente, posto que a prima manterase invariable (Couture e Gagnon, 2010). Este esquema aplicouse en países como República Checa, Eslovenia, Dinamarca ou España (Ib.). No caso de España, este modelo dou paso a un sistema de primas variable.

O segundo modelo é o anteriormente citado sistema de primas variable. Co obxectivo de garantir unha remuneración mínima aos produtores, así como evitar un custo insostible para o sistema eléctrico, este modelo establece uns valores de referencia mínimos e máximos (Schallenberg-Rodríguez e Haas, 2012; Couture e Gagnon, 2010). O prezo mínimo resultante permite garantir unha remuneración mínima e o prezo máximo funcionaría como unha ferramenta para non incorrer nuns beneficios excesivos, comunmente coñecidos coma beneficios caídos do ceo (Ib.). Deste modo, evítanse, en gran medida, os vaivéns nos incentivos dada a volatilidade do prezo de mercado da electricidade. O seu funcionamento é o seguinte. Cando a suma do prezo do mercado eléctrico e a prima de referencia se sitúa entre os dous limiares, os produtores reciben a prima de referencia, sumándose ao prezo do mercado. Porén, cando dita suma non acada o limiar inferior estipulado na normativa, a prima de referencia calcularíase como a diferenza entre o limiar inferior e o prezo de mercado. Neste caso, a prima acadaría o valor máximo. Pola contra, se o prezo de mercado se sitúa entre o límite máximo menos a prima de referencia, a prima de referencia será a diferenza entre o valor máximo e o prezo de mercado. Deste modo, a prima de referencia descenderá ata o punto no que o prezo de mercado acade o valor do limiar superior. Nese momento, a prima é nula, e os produtores obteñen unicamente o prezo de mercado. A Figura 21 sintetiza graficamente este sistema de prima variable, definindo catro tramos diferentes a partir dos dous limiares e a prima de referencia. Este modelo retributivo híbrido posibilitou un forte desenvolvemento da enerxía eólica en España ao amparo do Real Decreto 661/2007.

Figura 21. Sistema de primas variable



Nota: A liña de maior grosor indica a contía total recibida polos produtores de enerxía eléctrica de orixe eólico. Pola contra, a de menor grosor representa a prima percibida.

Fonte: Couture e Gagnon (2010)

Por último, pódese definir a prima a partir dunha porcentaxe fixa do prezo da electricidade no mercado (Couture e Gagnon, 2010). Deste modo, a prima varía en función do prezo de mercado, pero nunha proporción fixa e determinada. A principal vantaxe de establecer unha porcentaxe fixa sobre o prezo de mercado é que se minimiza a obtención de beneficios caídos do ceo. Asemade, garante un mínimo de seguridade ao investimento no caso dunha caída no prezo da electricidade. Este modelo foi implementado en Alemaña e Dinamarca nos anos noventa e, en España nun reducido período de tempo comprendido entre 2004 e 2006 (Ib.).

3.1.3.2. Certificados verdes negociables (green certificates)

Os certificados verdes consisten nunha obriga de compra para as empresas distribuidoras dunha cantidade de certificados (enerxía renovable) en función dunha porcentaxe das súas vendas totais de electricidade (Ringel, 2006; Söderholm, 2008). Deste modo, unha das principais vantaxes deste modelo é que non distorsiona o sistema de prezos ao actuar tan só sobre cantidades (Söderholm, 2008). Neste sentido, o mercado está definido pola demanda, determinada por unha cota fixada; así como pola oferta, xerada polos produtores (Ib.). Non obstante, pode provocar certo grao de ineficiencia debido a que non ten en conta as capacidades e posibilidades individuais para poder cumprir co requisito de compra ou produción de electricidade de orixe renovable. Mitigaríase no caso de que se poidan negociar os certificados (Ringel, 2006).

Neste último caso, os produtores de enerxía renovable venden a produción no mercado eléctrico e obteñen un prezo de mercado, co perigo asociado de incorrer en perdas se a tecnoloxía non acadou un nivel significativo de madurez tecnolóxica. Para compensar estas perdas, acoden ao mercado de certificados para vendelos ás distribuídoras a un prezo que cubra os custos de produción e lles poda xerar un determinado beneficio (Ib.). O mercado de certificados, que é independente do mercado eléctrico, intenta incorporar as externalidades positivas de producir con fontes renovables e constitúe unha fonte de ingresos adicional para os produtores (Ib.).

Butler e Neuhoﬀ (2008) realizaron unha comparación entre o modelo alemán de primas independentes dos prezos do mercado e o sistema británico de certificados verdes. Constataron que o primeiro conseguiu unha maior expansión da enerxía eólica cun custo menor para o consumidor. Bergek e Jacobsson (2010) analizaron os resultados do modelo sueco de certificados verdes negociables e comprobaron que se alcanzou o desenvolvemento das enerxías renovables, pero cuns altos custos para os consumidores e non se contribuíu ao cambio tecnolóxico. Nalgúns países combínase o sistema de certificados verdes con subsidios á produción de enerxía con fontes renovables. Aínda que se estableceu unha forte dicotomía entre o modelo de primas e o de certificados (Ringel, 2006), ámbolos dous non teñen porque ser excluíntes e poden complementarse mutuamente (Midttun e Gautesen, 2007). Nas etapas iniciais de desenvolvemento podería ser preciso primar o desenvolvemento dun amplo espectro de tecnoloxías e a súa propia experimentación e innovación. Porén, en etapas posteriores, nas que a tecnoloxía é máis madura, sería preciso fomentar a adaptación a condicións de libre competencia crecente entre tecnoloxías e eliminar calquera tipo de incentivos a instalacións pouco eficientes. O sistema baseado nos certificados verdes constituiría unha transición á libre competencia plena entre tecnoloxías (Ib.).

Os Países Baixos contan coa maior experiencia no uso deste instrumento na UE (Ringel, 2006). Suecia implementou este tipo de incentivos en 2003, e tamén comezaron longas negociacións para integrar e harmonizar o sistema retributivo nacional co modelo noruegués (Söderholm, 2008; Bergek e Jacobsson, 2010). Reino Unido tamén desenvolveu un modelo, baseado nos certificados verdes para a enerxía eólica, chamado *Renewable Obligations* (RO). As empresas distribuídoras de electricidade estaban obrigadas a mercar o 3% do total da xeración no ano 2002 e o 15,4% cara a 2015 (Butler e Neuhoﬀ, 2008).

3.1.3.3. Sistema de rendibilidade razoable

O último modelo retributivo que se analiza é o máis novo cronoloxicamente. Regulouse, por primeira vez en España, polo Real Decreto-lei 9/2013, sendo posteriormente ampliado pola Lei 24/2013, do Sector Eléctrico; o Real Decreto 413/2014 e a Orde IET/1045/2014. Este réxime retributivo é o primeiro da súa tipoloxía en Europa. Entre as principais motivacións do cambio de réxime retributivo atópase reducir o crecente e estrutural déficit tarifario²⁸, o desequilibrio entre os ingresos do sistema eléctrico polas peaxes (fixadas pola administración e pagadas polos consumidores) e os custos regulados (Costa, 2014). En España, as partidas referidas a obxectivos de política enerxética e social incorpóranse aos custos asociados á tarifa de acceso en vez de trasladarse ao orzamento público, polo que se xerou unha elevada contía de custos, superando anualmente os ingresos obtidos (Ib.). Mediante este cambio lexislativo, os principais recortes recaen nas enerxías renovables do antigo réxime especial, particularmente sobre a enerxía eólica e a solar fotovoltaica.

O réxime especial das enerxías renovables dá paso ao chamado réxime retributivo específico (Real Decreto 413/2014), no que se englobarían as fontes de produción renovables, coxeración de alta eficiencia e residuos que non alcancen a cubrir os custos para competir co resto de tecnoloxías no libre mercado obtendo unha rendibilidade razoable. Neste novo marco retributivo, as instalacións eólicas poden recibir unha retribución específica composta por un termo por unidade de potencia instalada que cubra os custos de investimento dunha instalación tipo e que non poidan ser recuperados pola venda da electricidade no mercado. Analogamente, estipúlase un termo que cubra a posible diferenza entre os custos de operación e os ingresos. En todo caso, este réxime retributivo non excedería un limiar mínimo que cubra os custos que faciliten a libre competencia entre tecnoloxías e que asegure unha rendibilidade razoable ás instalacións.

Establécese o principio central de rendibilidade razoable como o rendemento medio no mercado secundario das Obrigacións do Estado Español a dez anos, sumando o diferencial correspondente. En particular, o Real Decreto 413/2014 establece que a

²⁸ O desfase entre ingresos e custos durante os anos 2000 e 2014 foi de 36.000 millóns de euros (Costa, 2014), e o saldo de débeda acumulada en maio de 2013 ascendeu a 26.062 millóns de euros (Real Decreto-lei 9/2013).

rendibilidade razoable calcularase como o rendemento medio das Obrigacións do Estado a dez anos no mercado secundario dos vinte catro meses previos ao mes de maio do ano anterior ao do inicio do período regulatorio incrementado cun diferencial. Neste sentido, os parámetros retributivos poden ser obxecto de modificación en cada período regulatorio. No caso de instalacións que tiveran dereito ao réxime primado antes da entrada en vigor do Real Decreto-lei 9/2013, a rendibilidade razoable é o rendemento medio no mercado secundario dos últimos dez anos antes da entrada en vigor deste Decreto das Obrigacións do Estado Español a dez anos, incrementado cun diferencial de 300 puntos básicos.

En relación aos resultados deste modelo retributivo, dada a recente promulgación destes cambios legislativos, aínda non existe un horizonte temporal suficientemente amplo como para avaliar os resultados. Porén, unha das principais eivas que se atribúe ao modelo é a súa retroactividade, pola cal, as instalacións primadas anteriormente á vixencia da Lei 24/2013, do Sector Eléctrico, perden o réxime de primas previo regulado polo Real Decreto 661/2007. Isto provoca inseguridade xurídica, elemento esencial nun sector intensivo en capital como o enerxético e, particularmente, o eólico. Fondos de investimento internacionais que apostaron principalmente pola enerxía eólica e a fotovoltaica antes destas modificacións normativas interpoñen recursos ante a xustiza española. Asemade, como a rendibilidade razoable se calcula para a vida de cada instalación, os parques eólicos anteriores a 2005 non recibirían incentivo²⁹. A maioría dos parques eólicos galegos foron instalados antes desta data, polo que pode supoñer unha traba á viabilidade desas instalacións, xusto no momento no que se pon en tea de xuízo a viabilidade dos novos parques do concurso de 2009³⁰.

²⁹ Consultar Monforte, C. (11 de novembro do 2013). Los técnicos de la CNE creen que el nuevo decreto de renovables es retroactivo. *Cinco Días*. Dispoñible na web [novembro 2013]:http://www.cincodias.com/cincodias/2013/09/10/empresas/1378833570_093630.html. Ademais, véxase Monforte, C. (17 de xullo de 2014). El zafarrancho judicial de las renovables. *Cinco Días*. Dispoñible na web [xullo de 2014]:http://www.cincodias.com/cincodias/2014/07/17/empresas/1405539369_252892.html.

³⁰ Consultar Murcia, J. e Fernández, F. (4 de febreiro do 2014). El Gobierno castiga al eólico gallego dejando al 70% de los parques sin incentivos. *La Voz de Galicia*. Dipoñible na web [febreiro 2014]:http://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/economia/2014/02/04/gobierno-castiga-eolico-gallego-dejando-70-parques-incentivos/0003_201402G4P36999.html. Ademais, véxase El País (17 de xullo de 2014). Fenosa desiste de instalar el 40% de los megavatios que obtuvo en 2010. Dispoñible na web [xullo 2014]:http://ccaa.elpais.com/ccaa/2014/07/15/galicia/1405435570_818387.html.

3.1.4. Os incentivos financeiros e fiscais. A asistencia crediticia á exportación

A enerxía eólica pode ser obxecto de incentivos financeiros e fiscais á instalación de potencia, á propia actividade de explotación dos parques eólicos ou tamén á exportación de turbinas e ás súas compoñentes. A finalidade destes instrumentos é, en definitiva, promover que empresas locais e multinacionais participen nos diferentes segmentos da cadea de valor do sector eólico, polo que constitúe unha medida de creación de mercados. Exemplos de incentivos fiscais son as deducións impositivas por investimentos en parques e tecnoloxía eólica, I+D ou deducións no IVE ou no imposto de sociedades para compradores e vendedores de tecnoloxía eólica local (Lewis e Wiser, 2007). Asemade, esta clase de instrumentos pódense aplicar a certa tipoloxía de empresas, como as *joint-venture* ou acordo de colaboración entre empresas locais e multinacionais, co obxectivo de fomentar a cooperación e transferencia tecnolóxica, ou a certos tipos de promotores eólicos, coma as comunidades locais (Ib.). En Canadá, por exemplo, implementáronse deducións impositivas aos salarios pagados á forza laboral local como medida para fixar postos de traballo no territorio. En cambio, o goberno chinés implementou unha dedución no IVE das *joint-venture* entre empresas locais e multinacionais para facilitar a transferencia tecnolóxica (Ib.).

A asistencia crediticia á exportación constitúe unha variante de incentivo financeiro e tamén un instrumento polo lado da demanda orientado a promover a internacionalización dos fabricantes de turbinas e compoñentes dunha economía (Campos e Klagge, 2013). Neste sentido, a asistencia á exportación pode instrumentalizarse mediante préstamos con condicións preferenciais, como unha baixa taxa de xuros, ou mediante axuda ao desenvolvemento condicionada a mercar as compoñentes do país doante (Lewis e Wiser, 2007). A asistencia crediticia á exportación constitúe un instrumento desenvolvido, principalmente, polas axencias de crédito á exportación. Segundo Wright (2011), estas axencias poden favorecer o desenvolvemento de proxectos enerxéticos mediante a cobertura de riscos a empresas en grandes e complexos proxectos enerxéticos en economías cunha elevada inestabilidade institucional e/ou macroeconómica. Ademais, poden promover o acceso a novas fontes de enerxía a estamentos sociais desfavorecidos. Por último, e non menos importante, os obxectivos destas axencias poden abarcar o incremento da competitividade

internacional das empresas exportadoras nacionais mediante o acceso a canles de financiamento privilexiadas.

Este tipo de incentivos cobra relevancia cando os mercados locais non teñen o suficiente tamaño como para fomentar economías de escala e procesos de aprendizaxe produtiva. Polo tanto, os incentivos financeiros e fiscais para a exportación constitúen medidas de creación de mercados das enerxías renovables, é dicir, instrumentos que favorecen a penetración destas fontes de enerxía nos mercados e na sociedade. No eido da enerxía eólica, esta tipoloxía de políticas foron implementadas, fundamentalmente, por Dinamarca e Alemaña (Campos e Klagge, 2013). A Axencia Dinamarquesa para o Desenvolvemento Internacional (*Danish International Development Agency*) ofreceu subvencións directas e préstamos para importar turbinas de fabricación dinamarquesa (Lewis e Wiser, 2007). No caso deste país, sublíñase a necesidade de crear un mercado, sexa interno ou externo para a experimentación produtiva e conseguir economías de escala. Nas primeiras fases de desenvolvemento, a industria eólica dinamarquesa logrou un éxito comercial considerable baseándose nun modelo de desenvolvemento de abaixo a arriba (*bottom-up*), apoiado na experimentación entre usuarios e produtores (Heymann, 1998). Porén, este modelo caracterizado polo xurdimento de pequenos pioneiros no eido rural que foron paulatinamente mellorando os modelos, tiña uns límites de crecemento dentro de Dinamarca. Deste modo, o apoio á internacionalización das empresas dinamarquesas en mercados emerxentes, como o californiano na década dos anos oitenta, representou un paso crucial para consolidar e incrementar o tamaño das empresas manufactureiras.

En termos relativos, a asistencia crediticia que beneficia a exportación de tecnoloxías renovables aínda ten un peso modesto ao compararse coas fontes convencionais (Wright, 2011). Unha das principais razóns consiste en que estes mecanismos financeiros non se adaptan aos proxectos a pequena escala de tecnoloxías que, en moitos casos, aínda non alcanzaron unha madurez tecnolóxica considerable. Neste sentido, os principais proxectos renovables receptores de axuda financeira á exportación son os hidroeléctricos a gran escala (Ib.). Nos países da OCDE, a asistencia financeira á exportación a medio e longo prazo para proxectos de enerxías renovables non superou o 1% do destinado para proxectos enerxéticos entre os anos 2002 e 2009 (contía que ascendeu ao 11% do total) (OECD, 2011b). Deste modo, sublíñase a

reducida importancia cuantitativa deste instrumento para a promoción das enerxías renovables.

Aínda que a asistencia crediticia poida ter un impacto positivo para a industria eólica dun país e, en particular, para fomentar a creación de mercados, o seu impacto total é máis limitado en comparación cos instrumentos destinados a potenciar os mercados locais. O principal argumento que sustenta este feito é que no sector eólico rexe a hipótese de proximidade-concentración enunciada por Markusen e Venables (2000). Esta hipótese afirma que nos sectores nos cales os custos de transportes son elevados, a industria sitúase preto dos seus mercados obxectivo. Neste sentido, moitas das pezas dun aerogenerador son moi pesadas como para transportalas a longas distancias, como por exemplo torres, góndolas e pas. Kirkegaard, Hanemann e Wescher (2009) sinalan que, a nivel mundial, os investimentos estranxeiros directos son cuantitativamente máis importantes que as exportacións de turbinas e compoñentes.

3.2. Políticas de oferta a curto prazo

Nesta epígrafe analízanse as políticas de oferta a curto prazo destinadas á promoción dun sector industrial e de servizos. Esta tipoloxía de medidas non está dirixida á creación de mercado para as enerxías renovables, senón a incentivar unhas capacidades empresariais para fornecer de bens e servizos aos parques eólicos. A combinación de ámbolos dous tipos de políticas é esencial, posto que unha alta dependencia das políticas de demanda pode provocar que parte dos beneficios derivados dunha maior penetración das enerxías renovables saia cara outros territorios. Deste modo, as políticas polo lado da oferta representan unha ferramenta para socializar os beneficios derivados do desenvolvemento da enerxía eólica. Máis alá de favorecer a participación dos axentes eólicos na explotación directa do recurso, unha socialización integral dos beneficios sectoriais debería implicar a participación dos axentes do territorio nos segmentos da cadea de valor.

As políticas de oferta a curto prazo constitúen instrumentos que incentivan a localización de empresas do sector nas primeiras fases de desenvolvemento. Esta epígrafe estuda as principais características das políticas de contido local, amplamente utilizadas en España, e os aranceis. Non obstante, non son variables que poidan explicar por si soas a resiliencia do sector e a súa posterior competitividade a longo prazo. Neste

sentido, as políticas de oferta a longo prazo, en particular o papel xogado pola I+D e a infraestrutura tecnolóxica, analizaranse na seguinte epígrafe.

3.2.1. As políticas de contido local (Local content requirement)

As políticas de contido local (ou *local content requirement*, LCR, en terminoloxía anglosaxona), consisten nun instrumento polo lado da oferta que obriga aos promotores de parques eólicos a mercar unha porcentaxe mínima, establecida legalmente, a provedores locais de compoñentes de aerogeradores, obra civil e servizos. O principal obxectivo é fortalecer a produción local de compoñentes e crear masa crítica de empresas no sector. Porén, se no punto de partida non existe unha estrutura previa de empresas que poidan subministrar unha parte dos insumos, e se implementan as medidas de contido local de forma repentina, poden aparecer embotellamentos. Neste sentido, en moitos mercados, como o español e o británico, a importancia das políticas públicas como as de contido local e subsidios están principalmente delimitadas ás primeiras fases de desenvolvemento. En todo caso, o mercado no cal se implementan políticas de contido local debe ter un tamaño considerable, en termos de potencia instalada, para que estes instrumentos de atracción de empresas teñan éxito. No caso de que o mercado posúa un tamaño reducido ou os requisitos sexan excesivamente esixentes, o custo do equipamento elevaríase considerablemente, impactando negativamente na competitividade da enerxía eólica e no propio prezo da electricidade (Lewis e Wiser, 2007). Neste caso amósase que os obxectivos de política económica (creación de emprego) e os obxectivos intra-firma (incrementar a eficiencia interna na loxística) poden ser opostos en relación ao desenvolvemento económico e ás cadeas de valor globais (Taylor, 1998; Altenburg, 2006). Polo tanto, pode existir un *trade-off* entre creación de emprego e perda de eficiencia. Neste sentido, Lewis e Wiser (2007) sinalan a necesidade de aplicar os LCR de forma progresiva dado o citado impacto negativo no custo das turbinas e na dificultade de moitos fabricantes para cumprir coas porcentaxes mínimas, como no caso de Brasil, Canadá e China.

Estas medidas foron implementadas en España³¹, Brasil, Canadá e China, entre outros mercados. No caso español, esta tipoloxía de instrumentos foi aplicada na maior parte das Comunidades Autónomas (Galicia, Castela e León, Navarra, Valencia, ...) e o propio auxe da multinacional española Gamesa foi debido, en gran parte, á implementación rexional de políticas de contido local (Lewis e Wiser, 2007). Estes requisitos veñen recollidos, xeralmente, nas condicións dos concursos públicos para autorizar os parques eólicos. A súa existencia xustifícase pola posible creación de emprego e produción industrial, ao forzar ás empresas beneficiarias a realizar unha porcentaxe determinada do investimento total con empresas localizadas nun territorio determinado. Deste modo, os concursos públicos de potencia que recollen obxectivos socioeconómicos (como a creación de emprego) denomínanse en terminoloxía anglosaxona *multicriteria regional bidding procedures*, para diferencialos daqueles nos que o principal criterio de concesión consiste no compromiso de subministro eléctrico ao menor prezo. En moitos casos, inténtase con este instrumento potenciar certas rexións economicamente deprimidas e diversificar o tecido produtivo.

3.2.2. Os aranceis

Os aranceis son outros instrumentos polo lado da oferta complementarios ás políticas de contido local no eido eólico. A motivación da súa implementación é semellante ao caso das políticas de contido local, posto que intentan inducir a localización da industria manufactureira nun territorio determinado. Xeralmente, o seu funcionamento baséase no intento de penalizar a importación do produto final (a turbina) en comparación coa importación de compoñentes (produtos intermedios) (Lewis e Wiser, 2007). Deste modo, favorécese a implantación de empresas dedicadas á ensamblaxe e ao rematado do produto. Porén, a súa eficacia dependerá, en gran medida, das capacidades industriais propias do territorio e das facilidades para atraer investimento estranxeiro en segmentos de alto contido tecnolóxico. En caso contrario, este sistema de aranceis permitiría a realización tan só de actividades de baixo valor engadido, como son as de ensamblaxe. Da mesma forma que acontece cos requisitos de contido local, uns elevados aranceis poden incrementar o custo final da turbina e penalizar a competitividade desta fonte de enerxía renovable. Asemade, a súa

³¹ No caso de Galicia, o Decreto 205/1995 estipulaba a obriga de especificar nos plans industriais as porcentaxes de contido local.

implementación tería que ser, en todo caso, progresiva para non provocar embotellamentos, é dicir, períodos de desabastecemento debido a unha ausencia de capacidades produtivas.

Este tipo de políticas proteccionistas, que discriminan a importación do produto completo fronte á importación de compoñentes, foron implementadas por países como Dinamarca, Alemaña, India e China (Lewis e Wiser, 2007; Kristinsson e Rao, 2008; Campos e Klagge, 2013). A pesar da súa ampla utilización, a Organización Mundial do Comercio (OMC) posiciónase en contra destas medidas proteccionistas, posto que supoñen, conxuntamente coas políticas de contido local, unha traba ao libre comercio internacional (Lewis e Wiser, 2007).

4. Políticas de promoción baseadas no desenvolvemento das capacidades industriais e tecnolóxicas no longo prazo

Nesta epígrafe analízanse os tres principais instrumentos que inflúen na consolidación e resiliencia do sector eólico nun horizonte de medio e longo prazo. Tanto os incentivos ás actividades de I+D como a infraestrutura tecnolóxica representan instrumentos polo lado da oferta dirixidos á consecución dunha maior competitividade sectorial. Neste sentido, o maior grao de competitividade pódese conseguir mediante unha redución dos custos de produción, o incremento da capacidade de absorción, a adopción de novas técnicas e estándares; ou a través de actividades de I+D e de demostración. En cambio, a compra pública verde (ou *green public procurement*) constitúe un instrumento polo lado da demanda, que ten como obxectivo incentivar a demanda polo sector público de novas técnicas e tecnoloxías non dispoñibles nese momento no mercado. Polo tanto, este instrumento pode fomentar as innovacións incrementais e radicais no sector, pero dende unha perspectiva diferente aos dous anteriores instrumentos.

Estes instrumentos, polo lado da oferta e da demanda, xogan un papel destacado no sector eólico mundial debido á maior presión que realizan os grandes fabricantes de turbinas sobre a industria auxiliar para conseguir reducións de custos e mellores acabados. Asemade, a aparición de novos sectores eólicos emerxentes, cos seus respectivos fabricantes de turbinas, engade presión adicional para innovar e, paralelamente, manter os custos controlados. Polo tanto, para lograr a consolidación e

un elevado grao de resiliencia sectorial fronte a procesos de deslocalización, cómpre desenvolver diferentes instrumentos que faciliten a adopción e a xeración de innovacións adaptadas ás particularidades locais.

Os dous principais instrumentos analizados polo lado da oferta correspóndense cos incentivos ás actividades de I+D e a infraestrutura tecnolóxica. O último deles constitúe un instrumento cun carácter máis sistémico, podendo englobar as actividades de I+D. Non obstante, analízanse separadamente as actividades de I+D debido á súa influencia destacada como impulsora de redución de custos na fabricación de turbinas e compoñentes. Finalmente, descríbense as principais dinámicas e efectos na innovación da compra pública verde.

4.1. Os incentivos ás actividades de I+D

As políticas de apoio ás actividades de I+D no sector eólico constitúen instrumentos do lado da oferta que apoian a innovación baseada na ciencia e supoñen uns incentivos á redución de custos e, polo tanto, unha maior eficiencia produtiva. Deste modo, os esforzos en I+D, conxuntamente coa aprendizaxe produtiva, constitúen piares esenciais para lograr unha equiparación, en termos de competitividade a nivel comercial, coas fontes enerxéticas convencionais. As evidencias empíricas subliñan que as políticas públicas de apoio ás actividades de I+D no sector eólico constitúen un instrumento esencial para a redución dos custos ligados ás actividades de innovación no sector e promoven procesos de innovación (Klaassen et al., 2005). Söderholm e Klaassen (2007) conclúen que as actividades de aprendizaxe e apoio público ás actividades de I+D promoveron unha redución de custos e causaron, unha maior expansión da enerxía eólica. Deste modo, o apoio a actividades de I+D promove, de forma indirecta, unha maior penetración no mercado a través da redución de custos. Asemade, Ek e Söderholm (2010) comprobaron empíricamente o papel central que xoga o stock de coñecemento baseado nas actividades de I+D para reducir os custos de investimento en parques eólicos. Segundo os mesmos autores, os incentivos públicos e o apoio vía orzamentos neste eido axudan a acrecentar o acervo de coñecemento e, polo tanto, unha redución xeralizada dos custos.

Xeralmente, os fondos públicos empregados para actividades de I+D en enerxías renovables tenden a estar mellor utilizados, en termos de eficiencia, en tecnoloxías que

aínda están lonxe de ser comercialmente maduras. No caso de tecnoloxías comercialmente competitivas, o sector privado podería realizar en maior grao esas actividades debido a unha menor incerteza e custos máis reducidos (Ek e Söderholm, 2010). Diversos autores, institucións e asociacións sectoriais afirman que a enerxía eólica está preto de ser plenamente competitiva (Blanco, 2009; Colmenar-Santos et al., 2015; EWEA, 2009; IDAE, 2011), polo que a importancia desta tipoloxía de instrumentos debería ser menor que nos casos de tecnoloxías nacentes. A mellora na eficiencia na cadea de valor global e o proceso de aprendizaxe acumulada, derivado da súa explotación comercial nas últimas décadas, constitúen as principais razóns (Navigant Research, 2014a). En cambio, no eido da enerxía eólica mariña os esforzos en I+D xogan un papel máis central debido ao seu menor grao de aprendizaxe produtiva e os retos tecnolóxicos para pechar a brecha de competitividade en relación coas enerxías convencionais (Blanco, 2009). En todo caso, Blanco (2009) afirma que as actividades de I+D, públicas e privadas, no sector eólico poden constituír un instrumento esencial para a redución de custos, especialmente cando os prezos da fibra de carbono, aceiro, ferro e cobre presionan á alza. A mesma autora indica que a I+D centrada en novos materiais, nos trens de transmisión, pas, actividades de operación e mantemento e no deseño; poden favorecer unha redución de custos. Ademais, o desenvolvemento de redes eléctricas intelixentes (*smart grids*), para xestionar en tempo real grandes cantidades de enerxía procedentes dos parques eólicos, pode facilitar un maior grao de penetración desta fonte enerxética.

Lewis e Wiser (2007) sinalan que as actividades en I+D na enerxía eólica tenden a ser máis efectivas cando as actuacións están coordinadas entre as empresas e as institucións públicas, como universidades e laboratorios. Asemade, indican a importancia central das actividades de demostración e dos programas de comercialización para poder verificar os novos equipamentos previamente á súa introdución no mercado. En relación ao esforzo en I+D, experiencias como a dinamarquesa, norteamericana e alemá subliñan que a orientación dos fondos (a que tipo de turbinas, empresas ou nichos de mercados se dedican) é máis decisiva para o desenvolvemento sectorial que a propia contía dos fondos (Ib.).

4.2. A infraestrutura tecnolóxica de apoio

Tradicionalmente considerouse a infraestrutura tecnolóxica coma un dos principais determinantes para o cambio estrutural. Justman e Teubal (2010, p. 23) definen a infraestrutura tecnolóxica coma o *“conxunto de capacidades industriais relevantes específicas e ofertadas colectivamente, susceptibles de varias aplicacións en dúas ou máis empresas ou organizacións de usuarios”*. A infraestrutura tecnolóxica pode estar incluída en elementos intanxibles como o capital humano, mediante a formación académica e a experiencia, ou tanxibles como instalacións industriais ou tecnolóxicas. Deste modo, a principal diferenza da infraestrutura tecnolóxica coa convencional (infraestrutura de transporte, enerxética ou de telecomunicacións) consiste no seu carácter parcialmente intanxible. Dado o seu carácter sistémico, o desenvolvemento da infraestrutura tecnolóxica excede ás políticas de capital humano ou ás medidas amplas de soporte á ciencia, e o seu desenvolvemento require un esforzo sostido. Asemade, ten un carácter multidisciplinar, posto que abrangue esforzos no eido científico e da enxeñaría (Ib.).

A presenza dun valor económico indirecto ou precompetitivo, provoca que as empresas non contén cos incentivos axeitados para realizar individualmente fortes investimentos iniciais en infraestrutura tecnolóxica (Justman e Teubal, 2010). A principal razón constitúea o retardo temporal que existe entre a realización dos investimentos e os retornos económicos. Esta característica da infraestrutura tecnolóxica entronca coas externalidades de coordinación enunciadas por Haussman e Rodrik (2003) e Rodrik (2004). O desenvolvemento dun sector require elevados investimentos simultáneos que poden exceder o alcance financeiro e competencial dos axentes participantes a título individual. Polo tanto, entra en xogo o papel da política industrial e da coordinación de esforzos entre axentes co obxectivo de levar a cabo os investimentos iniciais necesarios da fase precompetitiva. Ademais, a este factor súmase a incapacidade financeira e de capital humano para levar a cabo eses investimentos por moitas PEMEs, polo que se require un acción coordinada entre axentes dun mesmo sector.

Dada a indivisibilidade do gasto en investigación, requírense fortes investimentos en actividades ligadas á I+D e ás diferentes variedades de innovación. Deste modo, as empresas máis pequenas contan con moitas dificultades, que as levan a ser incapaces de realizalos. Pola súa banda, as grandes multinacionais non son propensas ao elevado grao de dependencia deste tipo de infraestrutura, debido a que

contan moitas veces cos recursos internos necesarios. Este fenómeno acontece no sector eólico, tanto en sectores máis consolidados coma o dinamarqués coma noutros periféricos e/ou en proceso de emerxencia coma o galego. Por exemplo, a industria auxiliar, especialmente os pequenos provedores, requiren a colaboración dos centros tecnolóxicos, un elemento da infraestrutura tecnolóxica, para poder levar a cabo innovacións e manter un nivel mínimo de competitividade.

Justman e Teubal (2010) clasifican a infraestrutura tecnolóxica en dous tipos: básica (ou sectorial) e avanzada (funcional). A primeira delas tende a ofrecer servizos tecnolóxicos a PEMEs de sectores con baixa ou media intensidade tecnolóxica, habitualmente mediante un centro tecnolóxico. As principais actividades desenvoltas abranguen o deseño de novos produtos, información sobre novas tecnoloxías de produción, actividades de demostración e análise ou provisión de solución a problemas técnicos, ambientais ou ecolóxicos. A infraestrutura tecnolóxica básica realiza, principalmente, un esforzo no eido da enxeñaría co obxectivo de incrementar a capacidade de absorción a nivel sectorial. A infraestrutura avanzada basea o seu papel nas actividades de I+D desenvolvidas para sectores punteiros de elevada intensidade tecnolóxica. Os seus servizos son máis específicos en termos de función (por exemplo, desenvolvendo o grafeno ou os nanostransmisores), que no caso da infraestrutura tecnolóxica básica que intenta desenvolver un sector. Neste sentido, o coñecemento ofrecido pola infraestrutura avanzada, ao contrario da básica, non está dispoñible noutras áreas, por iso a súa alta especialización. A Táboa 3 sintetiza as principais características dos dous tipos de infraestrutura tecnolóxica.

Táboa 3. Principais características das infraestruturas tecnolóxicas básica e avanzada

Infraestrutura Tecnolóxica Básica	Infraestrutura Tecnolóxica Avanzada
<ul style="list-style-type: none"> • Destinada a incrementar a capacidade de absorción • Sectores de baixa ou media intensidade tecnolóxica • Servizos tecnolóxicos a través de centro tecnolóxico a PEMEs 	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de novo coñecemento para a súa aplicación • Sectores intensivos e punteiros en tecnoloxía • Actividades de I+D

Fonte: Elaboración propia a partir de Justman e Teubal (2010)

En relación coa enerxía eólica, nos seguintes capítulos da tese de doutoramento analízase, fundamentalmente, o papel da infraestrutura tecnolóxica básica para a

promoción do sector en Galicia. O sector da enerxía eólica consolidouse tecnoloxicamente a nivel mundial, especialmente a enerxía eólica terrestre, e representa un sector de intensidade tecnolóxica media. Dada a importancia das cadeas de valor globais sectoriais, amósase a relevancia de fortalecer as capacidades endóxeas da industria auxiliar co obxectivo de poder competir internacionalmente, evitar procesos de deslocalización e abrir novos nichos de mercado. Deste modo, o principal obxectivo no eido industrial constitúeo o incremento da capacidade de absorción do sector, así como fomentar innovacións incrementais. O principal papel da infraestrutura básica consiste en actuar como intermediario entre as demandas do tecido produtivo e as fontes de coñecemento e as súas adaptacións aos contextos locais. No caso de que o sector fose completamente novo e punteiro tecnoloxicamente, debería facer máis fincapé no desenvolvemento de innovacións radicais baseadas na ciencia.

Unha das tarefas principais da infraestrutura tecnolóxica básica pode constituír a adopción de certificacións de calidade como as ISO ou OHSAS³². Asemade, a implementación do adestramento profesional a nivel empresarial, co obxectivo de mellorar o desempeño interno e a capacidade de elaborar produtos personalizados, pode incrementar a resistencia da industria auxiliar ante procesos de deslocalización e, en definitiva, dificultar o cambio de provedores por parte dos fabricantes de turbinas. Este tipo de programas son esenciais dado que moitos fabricantes de turbinas están reducindo o número de provedores como unha forma de incrementar a eficiencia na cadea de valor. Esta política denomínase “provedores preferidos” (*preferred suppliers*). Este tipo de programas están sendo implementados no sector eólico do norte de Dinamarca debido ás crecentes presións dos fabricantes de turbinas (Hub North, 2013). Asemade, Polzin et al. (2015) comprobaron, mediante unha análise con datos de panel dos países da OCDE, que os estándares e certificacións de calidade na enerxía eólica teñen un impacto positivo e significativo para incentivar o investimento institucional.

No eido da infraestrutura tecnolóxica básica, os centros tecnolóxicos constitúen unha ferramenta da política tecnolóxica e industrial centrada no apoio ás actividades de desenvolvemento tecnolóxico das pequenas e medianas empresas. Estes axentes xeralmente non contan cos recursos internos necesarios para realizalas a título individual (Barge e Modrego, 2007). Aínda que as universidades e os centros

³² As normas ISO constitúen criterios voluntarios de homologación dos procesos de fabricación de produtos e de seguridade en empresas e organizacións. Neste sentido, as OHSAS representan un conxunto de especificacións que teñen como obxectivo promover a saúde e a seguridade no traballo.

tecnolóxicos compartan titularidade pública, especialmente durante as primeiras fases³³ (Justman e Teubal, 2010), o obxectivo central destes últimos non son só as actividades de I+D, senón o desenvolvemento tecnolóxico orientado ao mercado (Barge e Modrego, 2007). Fundamentalmente, os centros tecnolóxicos oriéntanse á investigación, pero tamén á transferencia tecnolóxica. Deste modo, este tipo de infraestrutura tecnolóxica básica non só se centra na oferta, senón tamén na adopción de novas técnicas, procesos e métodos tecnolóxicos e produtivos (Ib.). Asemade, dende unha perspectiva evolucionista a interacción entre o centro tecnolóxico e os seus potenciais usuarios, a prestación de servizos de consultaría ou a xeración de spin-offs constitúen tarefas esenciais (Justman e Teubal, 2010).

Dende esta óptica, o Centro Nacional de Enerxías Renovables (CENER) comezou a súa actividade no ano 2002 en Navarra co obxectivo de fomentar e desenvolver as enerxías renovables, entre as que se encontra a enerxía eólica. Na actualidade, tamén conta con oficinas en Sevilla e Madrid. Neste sentido, forman parte do seu patrocinio o Centro de Investigacións Enerxéticas, Medioambientais e Tecnolóxicas (CIEMAT), o Ministerio de Economía e Competitividade, o Ministerio de Industria, Enerxía e Turismo e o Goberno de Navarra. O CENER presta servizos de consultaría (investigación de recursos existentes, estudos de viabilidade económica ou avaliación do risco tecnolóxico), actividades de demostración (ensaio de compoñentes e equipos) e proxectos de I+D (ferramentas de simulación ou tecnoloxías de xeración eléctrica).

Este centro tecnolóxico, único en España para o fomento integral das enerxías renovables, non conta con instalacións en Galicia, a pesar de constituírse coma unha das principais Comunidades Autónomas en termos de potencia instalada acumulada eólica (3.314 MW fronte a 1.004 MW en Navarra, a finais de 2013). Isto representa unha eiva significativa debido á inexistencia dun axente que coordine a nivel rexional aos diferentes axentes máis alá do papel representativo desempeñado pola Asociación Eólica de Galicia (EGA). Un centro tecnolóxico no sector eólico pode xogar o papel de catalizador para mellorar o desempeño da industria auxiliar, mediante a adopción de estándares, provisión de servizos intensivos en coñecemento, realización de tarefas de

³³ Segundo Justman e Teubal (2010) unha posible mostra do éxito dos centros tecnolóxicos consiste na transferencia da titularidade do centro por parte do sector público a asociacións industriais ou sectoriais. Deste modo, se as actividades desenvolvidas polo centro tecnolóxico son de moita utilidade para o sector privado, este estaría disposto a facerse cargo dos gastos do centro no caso de que o sector público quixera reorientar as súas políticas cara outro sector.

investigación e identificación de novos usos e nichos de mercado. Deste modo, facilítase a resiliencia do sector ante a crecente competencia, tanto a nivel rexional como mundial, así como unha oportunidade para a diversificación produtiva. Aínda que o sistema universitario galego realiza tarefas de investigación en diferentes eidos ligados coa enerxía eólica terrestre e mariña, as súas actividades posúen unha perspectiva diferente. Habitualmente céntranse máis na investigación básica e aplicada e non tanto en actividades con orientación puramente de mercado.

4.3. A compra pública verde

O sector público pode estimular a expansión de novas tecnoloxías, entre elas as renovables, actuando como demandante, considerándose unha política de innovación e industrial (Rolfstam, 2013; Edquist, 2010; Georghiou et al., 2014). En primeiro lugar, as institucións públicas teñen a opción de demandar tecnoloxías renovables xa existentes no mercado (*implementing technology*) (Edquist, 2010). Pódese levar a cabo de forma directa mediante compras públicas, por exemplo, cando o sector público modifica as caldeiras de calefacción de diésel por placas solares ou aeroxeradores; ou de forma indirecta estimulando ao sector privado mediante normativas, subsidios ou impostos co obxectivo de que adopten unha fonte de enerxía ou outra (Ib.). Neste sentido, os sistemas de primas constitúen unha opción específica de intervención polo lado da demanda para fomentar a expansión das fontes renovables. En segundo lugar, as autoridades públicas poden demandar tecnoloxías aínda non existentes no mercado (*commanding technology*) para satisfacer unha necesidade social xenuína, o que se denomina, en terminoloxía anglosaxona, *public technology procurement* (Edquist, 2010) ou *public procurement for innovation* (Edquist e Zabala-Iturriagagoitia, 2012; Rolfstam, 2013; Georghiou et al., 2014; Edquist et al., 2015). Dende finais da década dos noventa, cambiouse o termo tecnoloxía polo termo máis amplo de innovación. A finalidade deste instrumento polo lado da demanda consiste en fomentar a innovación, sen limitarse só á innovación de base tecnolóxica (Edquist e Zabala-Iturriagagoitia, 2012). O obxectivo final non é o propio desenvolvemento dun novo produto, senón satisfacer necesidades humanas ou problemas sociais (Ib.). A compra pública para a innovación pode permitir ampliar as diferentes pautas tecnolóxicas dispoñibles, reducir o tempo que transcorrería ata a súa emerxencia sen esa actuación, e facilitar compartir os riscos asociados coa experimentación desa nova tecnoloxía. Asemade, este

instrumento pode ter implicacións na política industrial, posto que incrementaría a competitividade do tecido empresarial, mediante a creación de novas actividades económicas, o incremento do investimento en I+D e o aumento da demanda de persoal altamente cualificado (Edquist, 2010).

Cando a demanda pública de bens e servizos acontece no eido da sustentabilidade ambiental e social, adóitase falar do termo compra pública verde, sustentable e social (*green, sustainable or social public procurement*) (McCrudden, 2004; Ho, Dickinson e Chan, 2010; Kuipers e Steijn, 2014). Este instrumento funciona de forma análoga ao xenérico, posto que as autoridades poden demandar produtos ou servizos sustentables existentes no mercado, ou ben, estimular a innovación e as capacidades empresariais do sector privado mediante a demanda de novas tecnoloxías. Aínda que este instrumento se centrou na sustentabilidade no sentido máis amplo, como transporte público e métodos de construción sustentables ou estándares ambientais (Ho, Dickinson, e Chan, 2010; Annunziata et al., 2014; Walker e Brammer, 2009), a enerxía eólica pode beneficiarse indirectamente da súa implementación. Dada a súa característica de enerxía renovable e continua, a súa achega á redución de gases contaminantes e o seu impacto na creación de emprego xeograficamente descentralizado (Burguillo e Del Río, 2008), constitúe un instrumento esencial para a sustentabilidade dende unha tripla perspectiva (económica, social e medio ambiental).

Este instrumento está logrando progresivamente un oco nas axendas políticas, en particular nas europeas, como un instrumento para o cambio do modelo de desenvolvemento e para axudar á súa propia expansión (Nash, 2009). Un dos programas máis recentes e exitosos baseados na compra pública verde é o programa *Dogma*, liderado pola cidade de Copenhague (Cooke, 2014). Ese programa promove, entre outras medidas, unha transición cara á alimentación orgánica e ecolóxica en escolas e hospitais, así como o fomento dunha mobilidade máis sustentable apostando por vehículos alimentados con enerxías renovables no transporte público. Asemade, China está desenvolvendo, a través deste instrumento, o sector de vehículos eléctricos e híbridos (*new energy vehicles*, NEVs), considerado coma estratéxico polas autoridades asiáticas (Li, Georghiou e Rigby, 2015). Neste caso, amósase claramente a confluencia dun instrumento para fomentar a innovación nun sector con elevado potencial futuro con obxectivos de sustentabilidade ambiental.

5. Conclusións

A promoción dun sector eólico competitivo a nivel internacional precisa a combinación de políticas multidisciplinares, así como de diferentes horizontes temporais. Este enfoque poliédrico baséase na propia experiencia sectorial, dado que a existencia dunha elevada penetración no mercado non ten porque levar aparellado un efecto de localización de empresas fabricantes de compoñentes e servizos. Unha primeira distinción entre instrumentos de promoción sectorial pódese establecer entre aqueles baseados na ciencia (*technology push*) e aqueles baseados na aprendizaxe produtiva e na interacción (*demand pull*). A primeira delas constitúe un proceso lineal para innovar; mentres que na segunda a interacción na cadea de valor e a aprendizaxe no proceso produtivo desempeñan un papel clave. Non obstante, ámbalas dúas son complementarias e a súa importancia relativa dependerá, en gran medida, da intensidade tecnolóxica do sector en cuestión e da fase de desenvolvemento. Porén, cómpre engadir unha perspectiva temporal máis explícita no deseño e implementación de políticas. Esta perspectiva temporal é esencial posto que a tipoloxía de políticas implementadas e a súa intensidade variará en función da fase de desenvolvemento temporal.

Na análise dos instrumentos de promoción no sector eólico galego utilízase unha perspectiva dinámica e unha clasificación dos instrumentos en función de se inflúen na demanda ou na oferta. Neste sentido, se os instrumentos afectan á penetración nos mercados, ou ben, na súa propia expansión, considéranse instrumentos polo lado da demanda. En cambio, estase ante instrumentos polo lado da oferta se estes inflúen na localización das empresas, nas súas capacidades de innovación, así como no seu nivel de competitividade. Os dous tipos de instrumentos complementáanse debido á necesidade conxunta de crear condicións de mercado (demanda) e o ambiente propicio para a emerxencia de empresas do sector e favorecer a súa competitividade (oferta). Deste modo, resulta complexo que se localicen empresas nun territorio sen un mercado local potente ou un mercado exterior facilmente accesible. Da mesma maneira, a existencia dun mercado eólico local de tamaño considerable non ten porque levar aparellado o xurdimento dun sector industrial e de servizos, posto que se pode cubrir a demanda mediante importacións.

Á súa vez, estes instrumentos clasifícanse en función do seu horizonte temporal en base á influencia para promocionar o sector eólico no curto, medio ou longo prazo. Non obstante, unha parte dos instrumentos implementados nas fases iniciais de

desenvolvemento deberíanse manter, aínda que con menor intensidade, ao longo do tempo. Por exemplo, este é o caso dos instrumentos de demanda a curto prazo, posto que cómpre manter unhas condicións de mercado ao longo do tempo para propiciar a consolidación sectorial. Nas primeiras fases de desenvolvemento cómpre establecer condicións mínimas de mercado, fomentando a penetración da enerxía eólica mediante instrumentos tanto polo lado da demanda (instrumentos do réxime retributivo, incentivos financeiros e fiscais, concursos públicos de potencia, etc.), como polo lado da oferta (políticas de contido local e aranceis). Pola súa banda, no longo prazo destacan os incentivos que intentan asegurar un nivel de competitividade sectorial e de resiliencia fronte aos procesos de deslocalización. Neste sentido, mediante os incentivos ás actividades de I+D, o fomento da infraestrutura tecnolóxica e das compras públicas verdes; pódese favorecer a capacidade de absorción e de innovación a nivel sectorial.

Dentro dos instrumentos a curto prazo que favorecen a penetración da enerxía eólica, destacan os relativos ao réxime retributivo. A súa utilización foi moi ampla entre as economías que contan cunha considerable potencia instalada renovable. No eido da enerxía eólica, o sistema de primas, que consiste nunha intervención vía prezos no mercado eléctrico, é o máis estendido nas economías occidentais. Diversos autores sinalan que este sistema acadou uns maiores niveis de penetración da enerxía eólica que outros sistemas como os certificados verdes negociables; aínda que con algunhas eivas asociadas como os elevados custos para o sistema. O sistema de primas variable, que permite modular a prima en función do prezo da electricidade no mercado, considérase como o que ten mellores resultados. Por unha banda, permite asegurar unha rendibilidade mínima aos investidores, e por outra, limita o incremento dos custos asociados no sistema eléctrico. Este sistema foi aplicado en España para as enerxías renovables dende a promulgación do Decreto 661/2007, acadando un aumento considerable da potencia instalada. Porén, o cambio cara un sistema retributivo de rendibilidade razoable, paralelamente a unha baixada das retribucións totais, provoca un elevado grao de incerteza, lastrando o desenvolvemento do sector.

A asistencia crediticia á exportación constitúe unha alternativa aos mercados locais, posto que facilita a exportación de turbinas e compoñentes a outros mercados. Neste sentido, representa unha alternativa para os países cun mercado local reducido ou xa moi saturado, como no caso de Dinamarca. Os concursos públicos de potencia son outro tipo de instrumentos de política enerxética que favorecen a creación de mercados,

neste caso a nivel local. En Galicia, migrouse dende un modelo no que o desenvolvemento de potencia dependía da iniciativa dos promotores, cara outro modelo no que é a administración quen establece criterios explícitos e os promotores poñan pola potencia a desenvolver. O primeiro sistema fomentou un modelo produtivista, no que o obxectivo primordial consistía no incremento da potencia instalada. Nos concursos públicos en Galicia e noutras Comunidades Autónomas, estipuláronse requirimentos de contido local, instrumento polo lado da oferta, que obriga a contratar a fabricación dunha porcentaxe determinada dos compoñentes a empresas residentes en Galicia. Este instrumento facilita a localización no curto prazo de empresas fabricantes de turbinas e compoñentes.

No medio e longo prazo cómpre desenvolver instrumentos que favorezan a competitividade do sector e, en definitiva, unha consolidación e resiliencia duradeira fronte a procesos de deslocalización. Nesta fase, as medidas encamiñadas á creación de mercados deberían perder intensidade, aínda que non desaparecer. En primeiro lugar, destacan os incentivos ás actividades de I+D, debido ao seu papel para reducir os custos e conseguir un nivel de competitividade parello ás enerxías convencionais. Non obstante, a infraestrutura tecnolóxica de apoio ao sector eólico pode desempeñar un papel máis integral, posto que, ademais das actividades de I+D, pode incrementar a capacidade de absorción das empresas auxiliares e a adopción de novas técnicas. Os diferentes elementos da infraestrutura tecnolóxica incentivan a competitividade mediante a provisión de servizos de mercado intensivos en coñecemento, establecemento de estándares industriais ou vixilancia tecnolóxica, entre outros. A infraestrutura tecnolóxica pode desempeñar un papel central para as PEMES do sector, dado que moitas veces non contan cos recursos internos para realizar actividades de investigación ou demostración. Deste modo, fortalécense os elementos máis débiles da cadea de valor ante procesos de deslocalización da produción por parte dos grandes fabricantes de turbinas. Por último, un instrumento polo lado da demanda pouco utilizado no eido da enerxía eólica a nivel estatal é a compra pública verde. As súas potencialidades de uso son moi amplas, posto que pode incentivar, paralelamente, unha maior expansión de tecnoloxías máis sustentables e a innovación tecnolóxica.

Analizando os diferentes instrumentos para fomentar o desenvolvemento do sector eólico, tanto polo lado da demanda como da oferta, como nos diferentes horizontes temporais; pódese deducir que cómpre implementar un sistema de políticas

multidisciplinares (no eido enerxético, industrial, tecnolóxico, etc.) combinadas, con diferente intensidade ao longo do tempo. Polo tanto, a perspectiva é claramente sistémica e dinámica, adaptada ás particularidades de cada contexto. Desta forma, a relativa importancia das diversas políticas de demanda ou oferta, dependerá, principalmente, do tamaño do mercado local e dos xeograficamente máis próximos, así como das características do tecido produtivo.



CAPÍTULO 4

ANÁLISE DAS PAUTAS DE DESENVOLVIMENTO DO SECTOR EÓLICO A NÍVEL INTERNACIONAL E REGIONAL



1. Introducción

O aproveitamento comercial da enerxía eólica expandiuse a nivel mundial mediante os plans de diversificación enerxética, seguridade do subministro e loita contra o cambio climático implementados por moitos gobernos. Paralelamente, xurdiu un tecido produtivo asociado de empresas que fornecían de compoñentes e servizos aos parques eólicos e impulsaban a actividade económica en moitas rexións. Non obstante, o desenvolvemento sectorial en cada área amosa unha serie de singularidades debido ao punto de partida, tanto a nivel institucional como da estrutura produtiva, así como polos efectos das políticas implementadas. Deste modo, a realización dunha comparativa das diferentes sendas de desenvolvemento, tanto a nivel internacional como estatal, permite analizar as peculiaridades dos procesos de emerxencia, como as políticas de promoción implementadas.

O obxectivo deste capítulo consiste en analizar os principais trazos na emerxencia e consolidación de diversos sectores eólicos e as políticas implementadas. Analízanse tanto os sectores consolidados (como nos casos de Dinamarca e o Reino Unido), coma os emerxentes (como son China e India). Asemade, préstase especial atención ao desenvolvemento do sector eólico español, aplicando unha perspectiva rexional que permite identificar os diferentes modelos de desenvolvemento. A metodoloxía utilizada combina a revisión da literatura existente e informes técnicos, coa consulta da base de datos conxunta da Axencia Internacional da Enerxía e da Axencia Internacional das Enerxías Renovables, especializada en políticas públicas no eido enerxético.

Este capítulo estrutúrase en dúas epígrafes coas súas correspondentes subepígrafes, empezando con esta introdución. A epígrafe dúas aborda algunhas experiencias internacionais de desenvolvemento do sector eólico, analizando as principais características dos principais modelos de desenvolvemento consolidados (Dinamarca e Reino Unido), así como dos sectores emerxentes (China e India). Neste sentido, o sector eólico dinamarqués foi pioneiro no desenvolvemento desta fonte de enerxía renovable, e o británico caracterízase polo seu liderado no eido da enerxía eólica mariña. En relación aos mercados emerxentes, esta epígrafe analiza o impacto na cadea de valor global sectorial do auxe dos sectores chinés e indio. Na epígrafe tres analízase o sector eólico en España, aplicando unha perspectiva rexional co obxectivo de estudar os diferentes patróns de desenvolvemento eólico. Neste sentido, na primeira subepígrafe

estúdanse as principais características globais do sector eólico español e, posteriormente, aplícase unha perspectiva rexional, analizando os principais sectores eólicos rexionais á parte do galego (vasco-navarro, castelán-leonés, castelán-manchego, andaluz e aragonés). Finalmente, na terceira subepígrafe compáranse estes sectores eólicos rexionais en relación ás políticas implementadas en cada un deles polas correspondentes administracións autonómicas, así como as principais características resultantes de cada sector.

2. Experiencias no eido internacional

Os principais trazos e tendencias de evolución, así como as políticas implementadas nos diferentes sectores eólicos, poden diverxer debido aos seus diferentes puntos de partida, como tamén polo propio efecto das políticas implementadas. A comparativa internacional de diferentes modelos sectoriais facilita o coñecemento das diferentes sendas de desenvolvemento e constitúe unha fonte de información moi valiosa para o deseño e implementación de políticas en contextos semellantes, contribuíndo a aumentar a súa efectividade.

Nesta epígrafe analízanse diversos casos, tanto consolidados como emerxentes. Así, o sector eólico de Dinamarca e de Reino Unido lograron un éxito significativo en termos de potencia instalada e de desenvolvemento industrial, aínda que seguindo patróns diferentes. Asemade, analízanse dous mercados emerxentes, como o chinés e o indio, posto que presentan un forte dinamismo e o seu desenvolvemento difire substancialmente do acontecido nos mercados consolidados europeos. Esta información cualitativa baséase na base de datos conxunta IEA/IRENA Joint Policies and Measures Database da Axencia Internacional da Enerxía (IEA, nas súas siglas inglesas) e da Axencia Internacional das Enerxías Renovables (IRENA). Esta base de datos posúe información dispoñible sobre políticas dende o ano 1997, e a vixencia das normativas establécese a data de maio de 2016. Ademais, a análise dos instrumentos implementados en cada estudo de caso realízase seguindo a clasificación desenvolvida no capítulo 3. Así mesmo, o valor das primas e investimentos, expresadas inicialmente nas moedas nacionais correspondentes, cuantificouse a partir dos datos do Banco Mundial sobre os tipos de cambio medios anuais, calculados a súa vez a través das

cotizacións medias mensuais das diferentes divisas. Neste sentido, escolléronse as cotizacións do ano no cal entrou en vigor a normativa correspondente.

2.1. Os modelos de desenvolvemento da enerxía eólica exitosos

2.1.1. O modelo pioneiro de Dinamarca

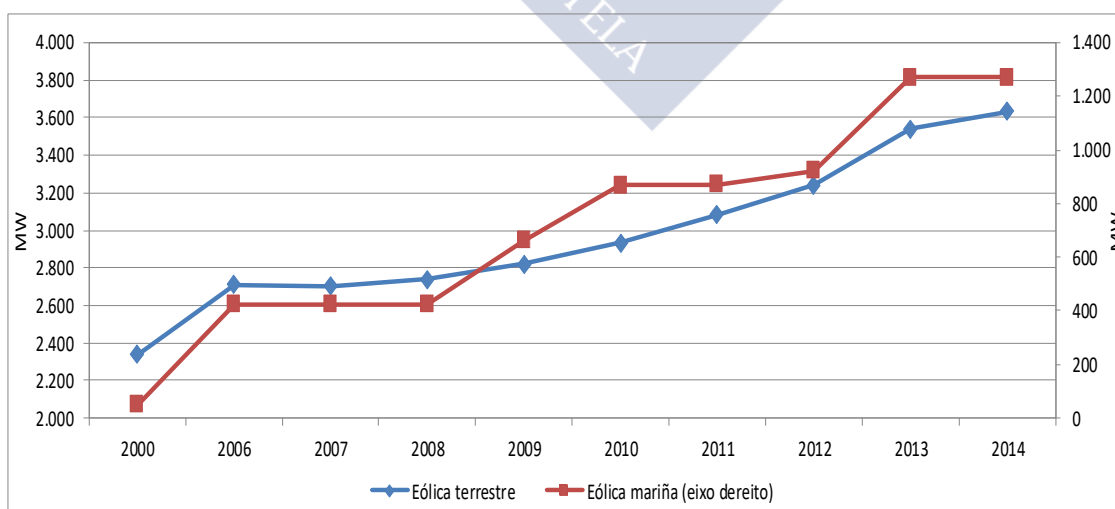
O sector eólico dinamarqués ten as súas raíces a finais do século XIX, cando o físico e metereólogo Poul La Cour desenvolveu un modelo de turbina eólica destinada á produción de electricidade nas comunidades locais (Meyer, 2004; Christensen, 2010). Deste modo, comezou timidamente a utilización deste recurso renovable nesa sociedade con fins comerciais, contando co apoio financeiro das autoridades públicas para as actividades de operación e experimentación (Christensen, 2010). Os recursos e as aplicacións de mercado eran, principalmente, de índole local. Estes inicios dende abaixo, baseados na experimentación con coñecemento local e a interacción entre pioneiros do mesmo eido xeográfico, é o que Garud e Karnøe (2003) denominan estratexia de bricolaxe. Esta dependencia da senda baseada nun modelo a longo prazo de tipo *bottom-up* definiu o desenvolvemento do sector eólico dinamarqués ata a actualidade (Christensen, 2010; Simmie, 2012). Os axentes presentes neste sector nacente foron experimentando, seguindo este modelo de bricolaxe, logrando innovacións incrementais sobre a tecnoloxía existente e consolidando unha senda a longo prazo caracterizada por adaptacións menores (Simmie, 2012).

A pesar dese desenvolvemento eólico incipiente, o sector enerxético dinamarqués baseábase, case en exclusiva, en fontes de enerxía non renovables cun papel predominante do carbón. Porén, esta situación mudou substancialmente a partir das crises do petróleo da década dos anos setenta, posto que as economías occidentais tiveron que enfrontarse a unha sucesión de repentinos incrementos do prezo do cru e dos seus derivados. Neste sentido, o goberno dinamarqués aprobou en 1973 as novas directrices enerxéticas, nas que a enerxía eólica xogaba un papel central para o cambio de modelo enerxético (Saidur et al., 2010; Lema et al., 2014). Unha motivación crucial para o fomento inicial do sector eólico polas autoridades públicas, constituíuna o desenvolvemento dun novo sector innovador e a creación de emprego de calidade ben remunerado (Lema et al., 2014).

Debe destacarse que o deseño e implementación das políticas enerxéticas se baseou dende un principio no consenso político e na aprendizaxe institucional (Gregersen e Johnson, 2008), que se apoiou nun movemento de base de emprendedores e cooperativistas (Saidur et al., 2010). Desta forma, establécense distintas medidas de apoio, como o autoconsumo dende 1979, a conexión obrigatoria á rede de instalacións descentralizadas de xeración ou a participación das comunidades locais nos parques eólicos, entre outras medidas (Ib.). O mantemento a longo prazo das liñas mestras da política enerxética, industrial e tecnolóxica ligadas coa enerxía eólica; así como o consenso entre os principais axentes sobre cara onde debe dirixirse o sector, foron os principais factores que explican o éxito do modelo dinamarqués (Christensen, 2010).

A Figura 22 amosa a evolución da potencia eólica terrestre e mariña acumulada en Dinamarca para o período 2000-2014. Dinamarca contaba a finais de 2014 con 4.905 MW de potencia eólica instalada, dos cales 3.634 (74% do total) están situados en terra, e 1.271 (26%) no mar. Neste sentido, o crecemento da potencia eólica mariña acumulada foi máis elevado que o da terrestre dende o ano 2000. Así, a taxa media anual acumulada para a enerxía eólica mariña ascendeu ao 24,1% no período analizado; mentres que acadou un crecemento do 3% na enerxía eólica terrestre. Deste xeito, Dinamarca sitúase coma o segundo país en termos de potencia eólica mariña, xusto por detrás de Reino Unido.

Figura 22. Evolución da potencia acumulada terrestre e mariña en Dinamarca (2000-2014)



Fonte: Elaboración propia a partir de IRENA (2015)

Na Táboa 4 sinálanse as principais políticas e instrumentos implementados no eido eólico en Dinamarca dende 1997 ata 2014. A maioría das políticas que regulan o sector eólico son competencia da administración central de Dinamarca; pero dende a reforma das administracións locais en 2007, a selección dos lugares apropiados para os parques eólicos corresponde ás 98 entidades locais (Sperling, Hvelplund e Mathiesen, 2010). Deste modo, a análise conxunta das políticas implementadas e da evolución da potencia instalada permite estudar a influencia da primeira variable sobre a segunda. Comezar a análise en 1997 permite examinar as principais tendencias lexislativas, así como a súa evolución a longo prazo, facilitando a identificación das liñas mestras en materia de política enerxética, industrial e tecnolóxica.

En relación aos instrumentos polo lado da demanda, as autoridades dinamarquesas foron establecendo progresivamente obxectivos ambiciosos no eido da sustentabilidade ambiental, en particular no aforro enerxético, redución de emisións e na diversificación de fontes, así como no fomento da difusión das enerxías renovables. Como se pode apreciar na Táboa 4, o Acordo Enerxético Nacional 2012-2020 está vixente dende o ano 2012, que incrementa os obxectivos medio ambientais e de difusión das enerxías renovables do Acordo Enerxético Nacional 2008-2011. Neste sentido, as directrices vixentes dende 2012 estipulan que a metade do consumo de electricidade en 2020 proveña da enerxía eólica, facilitando que o 35% do consumo bruto de enerxía teña orixe renovable. En relación co aforro enerxético, fíxase como meta en 2020, unha redución do 12% no consumo enerxético e dun 8% no consumo eléctrico en comparación cos niveis en 2006. Dinamarca posúe unha traxectoria consolidada no aforro e eficiencia enerxética, posto que dende as crises do petróleo da década dos 70, as autoridades implementaron plans enerxéticos co obxectivo, non só de reducir o consumo de enerxía por unidade de produto, senón tamén de reducir o consumo de enerxía total. Asemade, estes acordos vixentes sinalan como obxectivo a redución dun 34% das emisións de CO₂ en 2020 con respecto aos volumes de 1990.

O Acordo Enerxético Nacional 2012-2020 tamén cuantifica o crecemento da potencia eólica terrestre e mariña nese horizonte temporal. Deste modo, estipúlanse 1.500 novos MW mariños, e 1.800 MW terrestres, o que suporía incrementar a potencia instalada existente nun 79,3% en 2020 con respecto á existente en 2012 (4.163 MW). No eido da enerxía eólica mariña estanse a proxectar e instalar 350 MW distribuídos en seis grandes áreas de desenvolvemento dentro do programa *Nearshore*. Na

adxudicación destas áreas de desenvolvemento, competencia da Axencia Danesa da Enerxía, o único criterio foi o prezo do kWh ao que se comprometen subministrar a electricidade os promotores. Neste sentido, comprométense a subministrar electricidade á rede a un prezo medio de 0,094 €/kWh. No caso de que o prezo da electricidade no mercado diario sexa superior ao prezo derivado dos concursos, os promotores recibirían un suplemento. Porén, non recibirían compensación en horas con prezos de mercado nulos. Ademais, facilítase a propiedade compartida destes parques eólicos mariños por parte dos axentes locais próximos ás instalacións. A Axencia Danesa da Enerxía non incorpora criterios adicionais ao prezo da electricidade, coma a promoción da industrial nacional de fabricantes de compoñentes, debido a que o país nórdico xa conta cun tecido produtivo líder a nivel mundial e non require protección fronte á potencial competencia. En relación ao desenvolvemento de nova tecnoloxía, as autoridades competentes están desenvolvendo un concurso de enerxía eólica mariña de 50 MW, para testar nova tecnoloxía neste eido cun forte potencial comercial, que debería estar finalizado cara ao ano 2022.

Unha das principais características do sector eólico dinamarqués constitúea a socialización dos beneficios da explotación do recurso eólico mediante a participación dos axentes locais no desenvolvemento sectorial. Co obxectivo de favorecer dita socialización dos beneficios, implementáronse en 1997 diversos instrumentos polo lado da demanda, como son as deducións impositivas para cooperativas eólicas para reducir as cargas impositivas aos individuos que participaban en proxectos eólicos baixo a figura de cooperativas (chamadas *Bürgerwind*). Non obstante, a meirande parte da potencia instalada durante a década dos 2000 realizárona empresas eléctricas e promotores a título individual (Sperling, Hvelplund e Mathiesen, 2010). Isto explícase polos crecentes investimentos requiridos cos novos aeroxeradores de maior potencia, a redución dos incentivos económicos e a eliminación do requisito de ter a residencia preto dos parques eólicos para ser copropietario (Ib.). Para corrixir esta tendencia, a Lei de Enerxías Renovables, promulgada en 2009, favorece a participación das comunidades locais no accionariado dos parques eólicos e regula incentivos para axudar ás comunidades locais nos estudos previos de viabilidade das instalacións, como poden ser as investigacións dos fluxos de ventos, estudos topográficos, medio ambientais ou financeiros.

Táboa 4. Principais políticas implementadas no sector eólico en Dinamarca (1997-2014)

Título	Ano	Estado	Tipo de política	Principais características
Acordo Enerxético Nacional 2012-2020	2012	Vixente	Incentivos financeiros e fiscais	A enerxía eólica representará en 2020 o 50% do consumo eléctrico 1500 MW eólica mariña e 180 MW terrestre Redución dun 8% do consumo final de electricidade
Lei de Enerxías Renovables	2009	Vixente	Incentivos fiscais, financeiros e do réxime retributivo	Promove a enerxía eólica terrestre en base a catro eixos: 1) Permite compensar a perda de valor dos terreos afectados 2) Participación dos axentes locais no accionariado 3) Fomento da aceptación social 4) Apoio financeiro ás actividades de investigación previas por asociacións locais de propietarios
Sistema de primas dependentes do prezo de mercado	2009	Vixente	Instrumentos do réxime retributivo	Sistema de primas para a enerxía eólica terrestre e mariña Réxime retributivo especial para a enerxía minieólica de autoconsumo
Acordo Enerxético Nacional 2008-2011	2008	Substituída	Política tecnolóxica Incentivos fiscais Instrumentos do réxime retributivo	Redución da dependencia dos combustibles fósiles Redución do consumo total de enerxía para 2012 Instalación de 400 MW eólica mariña e 150 MW terrestres para 2012 Compensacións para axentes afectados por parques eólicos terrestres
Esquema de substitución de turbinas terrestres	2004 (emendada en 2009)	Vixente	Incentivos fiscais, financeiros e do réxime retributivo	Apoio financeiro para substituír aeroxeradores por outros máis eficientes O apoio financeiro impleméntase coma un suplemento ao prezo
Esquema de substitución de turbinas	2001	Finalizada	Incentivos fiscais, financeiros e do réxime retributivo	Apoio financeiro para substituír aeroxeradores por máquinas máis eficientes O apoio financeiro constitúe un suplemento ao prezo. Limitase a prima aos dez primeiros anos de operación
Subvencións para turbinas	1999	Finalizada	Incentivos fiscais e financeiros	Subsidios dependentes do momento da conexión á rede. O subsidio máis o prezo de mercado aseguran unha tarifa aos produtores Os parques eólicos financiados por empresas eléctricas ou suxeitos a concurso subsidiáanse seguindo diferentes regras
Acordo sobre enerxía eólica mariña	1998	Finalizada	Planificación sectorial	Acordo entre goberno e as dúas principais eléctricas do país para instalar 750 MW para 2008
Deducións impositivas para cooperativas eólicas	1997	Finalizada	Incentivos fiscais e financeiros	As cooperativas eólicas poden acollerse ao modelo impositivo normal ou simplificado Importantes rebaixas impositivas para os cooperativistas

Fonte: Elaboración propia a partir IEA/IRENA Joint Policies and Measures Database (2016)

Co obxectivo de compensar ás comunidades locais pola perda de valor real dos terreos cando se instalan aeroxeradores, e favorecer a aceptación social; estipúlase a obriga de ofrecer, como mínimo, o 20% das accións dos parques eólicos aos habitantes que residan a 4,5 km ou menos das instalacións ou, no caso de que non exista demanda suficiente, a residentes da mesma municipalidade. Ademais, estipúlanse medidas de apoio para acadar aceptación social (*green scheme*) financiadas polo goberno central e levadas á práctica polas municipalidades, nas cales se fomentan actividades recreacionais ou de apoio ao uso das enerxías renovables no eido local. Asemade, as administracións locais poden ser propietarias directas de parques eólicos terrestres e mariños, para o que poden percibir financiamento preferencial da corporación financeira pública denominada *KommuneKredit* (Sperling, Hvelplund e Mathiesen, 2010). En definitiva, este tipo de medidas oríéntanse a lograr unha maior aceptación social, posto que se constatou que facilitar a participación dos axentes locais no accionariado dos parques eólicos constitúe un bo instrumento para reducir a oposición local aos plans de desenvolvemento (Warren e McFadyen, 2010).

En relación cos instrumentos do réxime retributivo, actuación polo lado da demanda, Dinamarca posuía nos anos 90 un modelo de primas dependentes do prezo da electricidade no mercado eléctrico (Couture e Gagnon, 2010). Esta prima consistía nunha porcentaxe fixa do prezo da electricidade no mercado. Neste sentido, Meyer (2004) afirma que o considerable crecemento da potencia instalada nos anos 90 foi debido ao devandito modelo de primas. Non obstante, este modelo retributivo foi abandonado a partir do ano 2000 debido a un proceso de crecente liberalización do sector eléctrico europeo, e ás expectativas do goberno do país nórdico dunha adopción xeral do modelo de certificados verdes negociables (Ib.). Estes cambios provocaron un considerable grao de incerteza entre os investidores e, polo tanto, un estancamento da nova potencia instalada, tanto terrestre como mariña, ata mediados desa década (Meyer, 2004; Saidur et al., 2010).

Dende o ano 2009 está vixente un sistema de primas dependentes do prezo do mercado (*premium feed-in tariffs*). Neste sentido, a enerxía eólica terrestre conectada á rede recibiría unha prima de 0,034 €/kWh para a electricidade producida nas primeiras 22.000 horas a pleno rendemento. Asemade, recíbese unha prima estimada en 0,003 €/kWh por custos de compensación eléctricos. No caso de que os aeroxeradores sexan instalados por compañías eléctricas, a remuneración económica total (prezo de mercado

máis prima) non pode superar os 0,044 €/kWh e está limitado aos dez primeiros anos. Pola súa banda, a enerxía eólica mariña instalada seguindo concursos públicos é obxecto dun réxime retributivo diferenciado, pero seguindo o mesmo patrón que na terrestre. Deste modo, a remuneración económica total non podería exceder os 0,012 €/kWh. En comparación cos incentivos do réxime retributivo entre 2002 e 2008, a remuneración por kWh duplicouse dende 2009 (Sperling, Hvelplund e Mathiesen, 2010).

Outra característica salientable do réxime retributivo constitúena os incentivos á produción de electricidade con enerxía minieólica para autoconsumo na que unha parte é vertida á rede. Cando a potencia unitaria desta tipoloxía de turbinas non excede os 25 kW, os propietarios recibirían un incentivo total máximo de 0,081 €/kWh. Este apoio á enerxía minieólica e ao autoconsumo enerxético contrasta coa situación no mercado español, no que se penaliza o autoconsumo cun recargo de respaldo. Este recargo xustifícase porque os produtores teñen que sufragar a capacidade instalada a gran escala a nivel estatal, dado que a proliferación do autoconsumo pode desequilibrar puntualmente a demanda e a oferta no sistema enerxético. No caso de que os produtores consuman enerxía da rede, deberán tamén pagar as correspondentes peaxes de acceso coma calquera consumidor eléctrico.

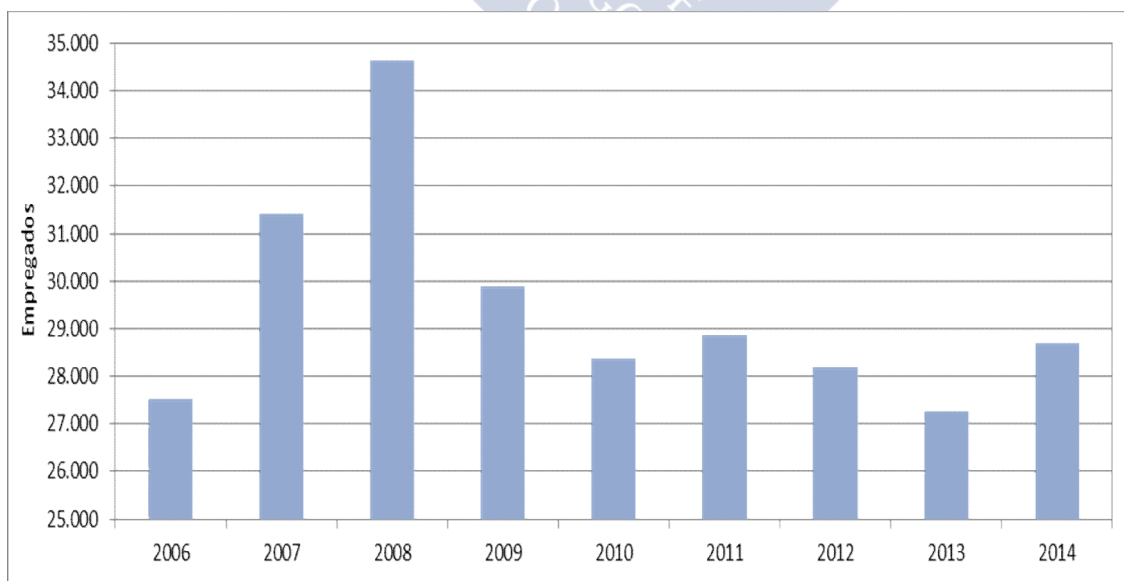
A repotenciación e a mellora dos emplacements para os aerogeradores tamén constitúe un pilar fundamental na axenda da política sectorial dinamarquesa. As autoridades dinamarquesas lexislaron no ano 2001 neste sentido a través de incentivos económicos instrumentalizados mediante unha prima de 0,023 €/kWh para as primeiras 12.000 horas equivalentes a pleno rendemento. As novas turbinas obxecto da prima deberon conectarse á rede entre abril do 2001 e xaneiro de 2014. Posteriormente a esta data, aprobáronse dous plans de repotenciación en 2004 e en 2009, seguindo un esquema semellante ao anterior. Nestes plans, ademais de substituír os vellos aerogeradores por outros máis eficientes, preténdese mellorar a localización destas máquinas para que aproveiten optimamente os fluxos de vento. Energinet, o operador do sistema eléctrico, fixouse como obxectivo substituír 175 MW, para o cal se estipula unha prima de 0,016 €/kWh, sen exceder a totalidade da remuneración (prezo do mercado máis prima) os 0,051 €/kWh.

No eido dos instrumentos polo lado da oferta, a maiores destas causas que explican o estancamento do mercado nacional, o novo goberno liberal-conservador

electo en 2001 reduciu o apoio público ao desenvolvemento tecnolóxico, e tamén cancelou a obriga por parte das grandes eléctricas de instalar 500 MW mariños (Lema et al., 2014). Asemade, reduciuse o apoio do sector público ás actividades de I+D e de demostración a partir de 2001, posto que a intención era que o sector dependera máis de incentivos do mercado (Meyer, 2004; Lema et al., 2014). Neste período, a política governamental deixou de cingirse ao eido puramente enerxético para acadar un alcance máis global, propoñendo obxectivos en materia industrial (Lema et al., 2014).

En relación co impacto económico do sector eólico en Dinamarca, a patronal industrial deste país, a *Danish Wind Industry Association* (DWIA), estimou o emprego creado polo sector industrial eólico. Na Figura 23 amósase a evolución desta variable no período 2006-2014. Neste sentido, o emprego vinculado coas actividades industriais do sector eólico dinamarqués acadou no ano 2008 o valor máis elevado ao chegar a máis de 34.600 empregos. Porén, a partir desta data houbo un descenso progresivo do emprego ata acadar o mínimo do ano 2013, con algo máis de 27.200 traballadores. A propia patronal estimou que o emprego total (incluíndo o emprego das empresas enerxéticas e promotoras de parques) acadaría aproximadamente 30.100 traballadores a tempo completo no ano 2014. Neste mesmo ano, o emprego industrial asociado estimaríase en 28.676 empregados.

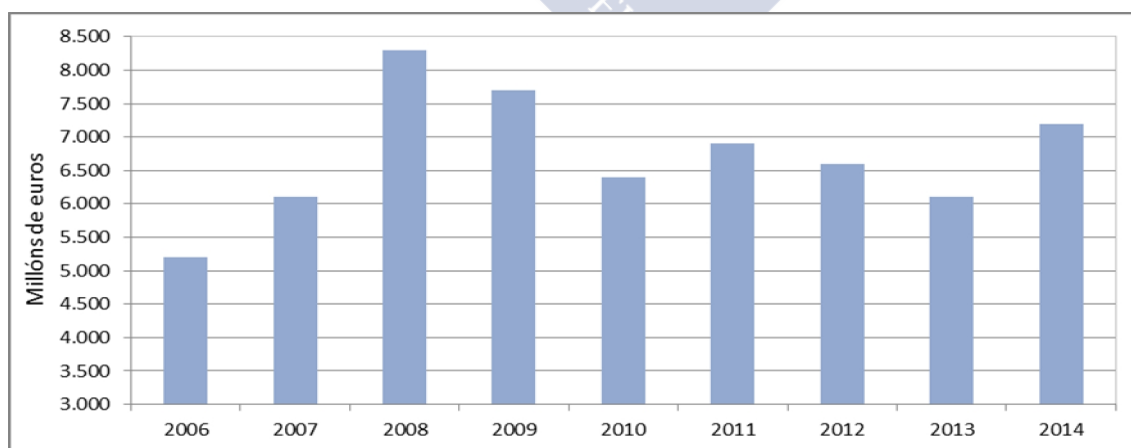
Figura 23. Empleados a tempo completo na industria eólica dinamarquesa (2006-2014)



Fonte: DWIA (2015)

A evolución das exportacións da industria eólica dinamarquesa explica en gran medida as anteriores flutuacións da cifra de emprego, dado o seu volume e a vocación exterior do sector eólico dinamarqués (Megavind, 2013). As exportacións foron favorecidas dende o sector público mediante a asistencia crediticia á exportación, co obxectivo de internacionalizar o sector e compensar o reducido tamaño do mercado nacional³⁴ (Lewis e Wiser, 2007; Campos e Klagge, 2013; Lema et al., 2014). De feito, as exportacións deste sector supoñían máis do 70% das exportacións de tecnoloxía enerxética cara ao ano 2010 (DWIA, 2010). Neste sentido, a Figura 24 describe a evolución das exportacións industriais eólicas entre os anos 2006 e 2014. Comparando os valores máximos e mínimos, no ano 2008, o volume de exportación desta rúbrica ascendeu a 7.700 millóns de euros e, pola súa contra, nos anos 2006 e 2013 os fluxos tan só acadaron 5.200 e 6.100 millóns, respectivamente. Como se pode apreciar a nivel temporal, os valores máximos e mínimos nas exportacións coinciden cos acadados nas cifras de emprego. Desta forma, existe unha alta correlación entre as dúas variables, como se pode comprobar na Figura 25. Así, o índice de correlación de Pearson, que acada o valor de 0,68, mostra que ámbalas dúas variables seguen unha mesma senda. O sector eólico dinamarqués constitúe un centro de actividade, tanto a nivel europeo coma mundial. A combinación dun mercado nacional de tamaño relativamente pequeno e a súa vocación cara os mercados exteriores, causa que o nivel de actividade sexa sensible ás oscilacións das súas exportacións.

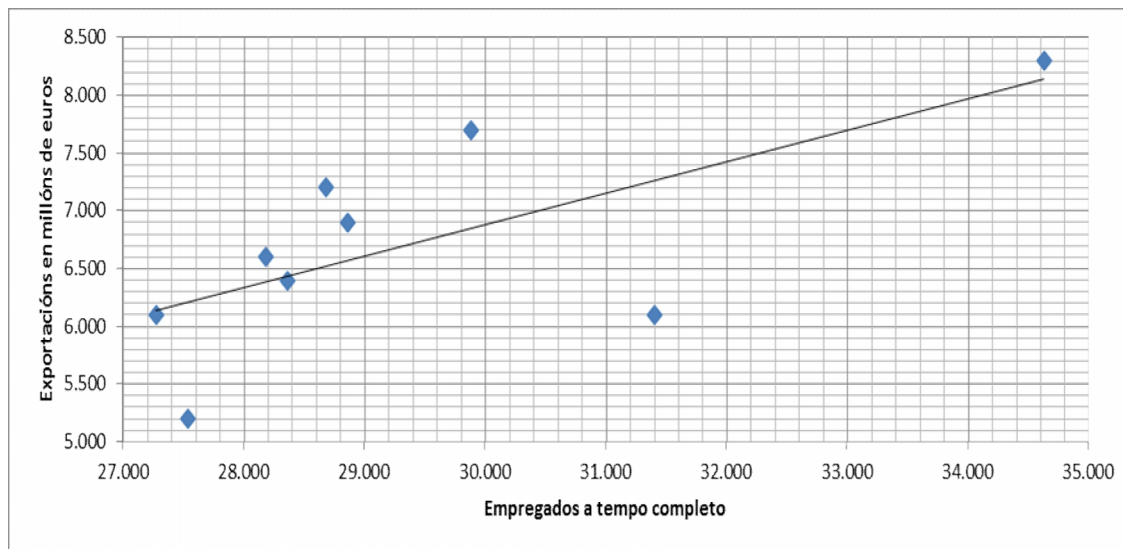
Figura 24. Exportacións da industria eólica dinamarquesa en millóns de euros (2006-2014)



Fonte: DWIA (2015)

³⁴ A asistencia crediticia á exportación en Dinamarca desenvolveuse no marco do sistema de cooperación ao desenvolvemento a través do programa Danida de desenvolvemento do sector privado. Desta forma, Danida ofrece subvencións e créditos preferencias, no país de destino, polo uso de aeroxeradores e compoñentes fabricados en Dinamarca (Lema et al., 2014).

Figura 25. Correlación entre exportacións e emprego no sector industrial eólico dinamarqués



Fonte: Elaboración propia a partir de DWIA (2015)

Ademais dun marco institucional favorable para o desenvolvemento integral do sector eólico, Dinamarca conta cunha serie de fortalezas relacionadas coa súa cadea de valor, o capital humano ou a infraestrutura tecnolóxica, entre outras. Deste modo, Dinamarca conta cunha cadea de valor completa da enerxía eólica terrestre e mariña ao longo da península de Xutlandia, con presenza de grandes líderes mundiais na fabricación de compoñentes coma Vestas ou Siemens Wind Power, e centros de investigación públicos e privados punteiros a nivel mundial (Megavind, 2013; Lema, et al., 2014). Dinamarca foi pioneira no establecemento de estándares industriais que, ademais de elevar a calidade, actúan como instrumentos proteccionistas fronte a competidores estranxeiros (Lema et al., 2014). As universidades de Aalborg, Aarhus ou a Politécnica de Dinamarca traballan en proxectos de investigación básica e aplicada conxuntamente con empresas e centros tecnolóxicos, entre os que destaca o de Risø. Asemade, o forte posicionamento na cadea de valor global e en nichos de mercado emerxentes como a enerxía eólica mariña, confírelle ao sector eólico dinamarqués un gran potencial de crecemento (Megavind, 2013.). Entre as debilidades cómpre mencionar a carencia de certos perfís profesionais como enxeñeiros, así como a posible redución da aceptación social da enerxía eólica terrestre debido ao incremento do tamaño das turbinas (Sperling, Hvelplund e Mathiesen, 2010; Megavind, 2013).

Ademais, no horizonte xorden unha serie de ameazas concernentes aos mercados emerxentes en Asia e, en menor medida, no continente americano (Megavind, 2013). A aparición de axentes que fabrican modelos de turbinas eólicas a baixo custo e a proliferación de políticas de contido local nun contexto de crise económica, poden constituír barreiras significativas ás exportacións dinamarquesas. Alén da competencia vía prezos e das devanditas barreiras non arancelarias, os mercados emerxentes son escenario de desenvolvementos tecnolóxicos que poden ser orixe de vantaxes competitivas para os axentes presentes neses mercados (Ib.).

2.1.2. O auxe da enerxía eólica mariña nun contexto de desenvolvemento tardío. A experiencia do Reino Unido

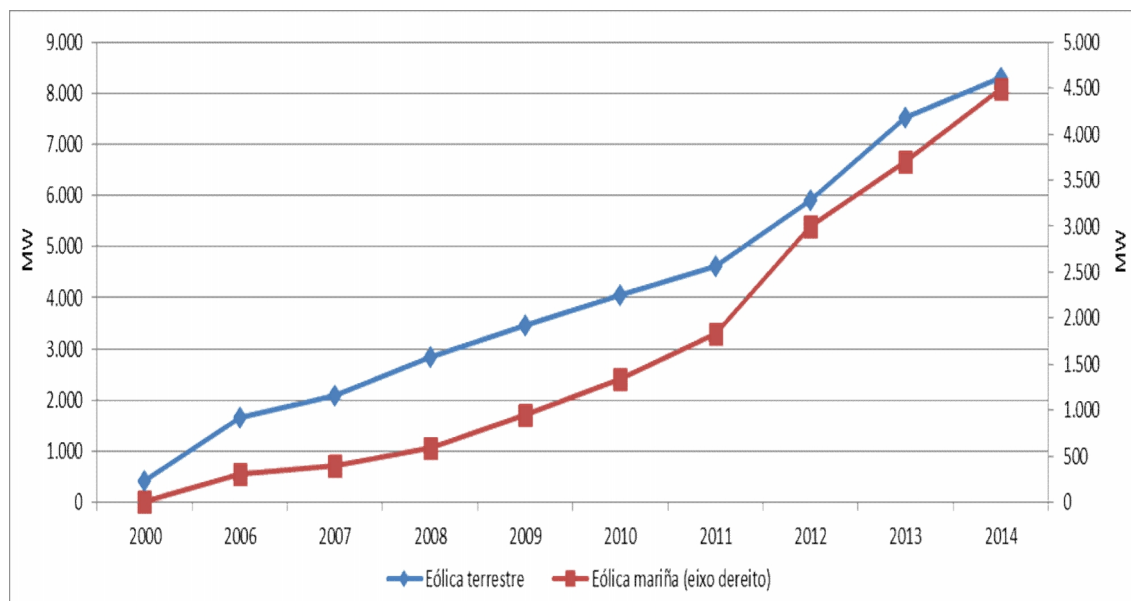
O sector eólico británico constitúe o principal mercado da enerxía eólica mariña a nivel mundial, superando en potencia instalada a Dinamarca, país pioneiro neste eido (GWEC, 2014; IRENA, 2015). A Figura 26 amosa a evolución da potencia eólica terrestre e mariña acumulada no Reino Unido entre os anos 2000 e 2014. A potencia eólica ascendeu en 2014 a un total 12.808 MW, dos cales 8.306 (64,9% do total) corresponden aos instalados en terra, e 4.502 (35,1%) á enerxía eólica mariña. A pesar da preponderancia da enerxía eólica terrestre, o avance da enerxía eólica mariña é salientable, posto que progresou a unha taxa anual constante do 59,7%, durante o período 2000-2014. Pola súa banda, a enerxía eólica terrestre presenta, no mesmo período, unha taxa de variación anual acumulada do 21,8%.

Unha das claves da evolución máis favorable da enerxía eólica mariña no Reino Unido en comparación coa terrestre é a aceptación social. Jay (2011) sinala que a enerxía eólica terrestre sufriu recurrentemente a oposición das comunidades locais debido aos efectos negativos visuais, sonoros ou de perda de valor dos terreos, entre outros³⁵. Esta forte oposición social á expansión da enerxía eólica terrestre, debilitou o seu apoio político e empresarial, trasladando o impulso a esta fonte renovable cara ao

³⁵ A literatura existente sobre a aceptación social de proxectos eólicos sinala que, ás veces, a oposición a estes proxectos explícase polas actitudes tipo NIMBY (*Not in my backyard*; en terminoloxía anglosaxona). Segundo este fenómeno, os axentes locais están, a nivel global, a favor da enerxía eólica e poden identificar claramente os beneficios para a sociedade da súa expansión. Porén, poucos individuos están dispostos a asumir que os parques eólicos se localicen moi preto dos seus fogares, posto que temen sufrir os hipotéticos efectos nocivos das instalacións (Swofford e Slattery, 2010). Neste sentido, temen o resultado da privatización dos efectos negativos e, paralelamente, a socialización dos beneficios entre todos os axentes da sociedade. Deste modo, os beneficios poden quedar moi difuminados ante a concentración das perdas.

mercado offshore, posto que no mar non existían os inconvenientes sociais presentes en terra (Ib.). Deste modo, como sinalan Wüstenhagen, Wolsink e Burer (2007), as enerxías renovables non só requiren apoio económico, senón tamén simultaneamente aceptación social a nivel local e a escala nacional, que denominan aceptación comunitaria e sociopolítica, respectivamente.

Figura 26. Evolución da potencia eólica acumulada terrestre e mariña en Reino Unido (MW, 2000-2014)



Fonte: Elaboración propia a partir de IRENA (2015)

A Táboa 5 amosa as principais políticas e regulacións implementadas no Reino Unido no eido do sector eólico no período 2002-2014. Un dos principais eixes das políticas sectoriais británicas constitúeo o impulso á enerxía eólica mariña, mediante instrumentos do réxime retributivo, política tecnolóxica e apoio ás actividades de I+D, ou a través de subvencións ou préstamos, entre outros. Deste modo, pódese apreciar que as autoridades do Reino Unido implementan unha combinación de instrumentos tanto polo lado da demanda como da oferta. Este feito demóstrase na evolución moi favorable da potencia instalada acumulada mariña. Neste sentido, gran parte dos obxectivos británicos de redución de emisións contaminantes e de efecto invernadoiro, metas de aforro e mellora da eficiencia enerxética ou de diversificación das fontes de subministro, céntranse no desenvolvemento da enerxía eólica mariña. Ademais, a enerxía eólica mariña foi obxecto de plans de fomento específicos coma o esquema de

subvencións ao capital para parques mariños no ano 2002, que concedeu un total de 186 millóns de euros a parques mariños, ou a Lei da Enerxía de 2004, que facilitou o desenvolvemento da enerxía eólica mariña nas augas adxacentes ás territoriais. Os programas dos Institutos Tecnolóxicos da Enerxía teñen como obxectivo facilitar a colaboración público-privada na investigación desta fonte enerxética. Asemade, a Estratexia Industrial Baixa en Carbono establece a enerxía eólica mariña como unha tecnoloxía clave para lograr a transición cara unha sociedade baixa en carbono e concedeu 134,5 millóns de euros para fomentar o seu desenvolvemento tecnolóxico.

O pilar fundamental na promoción da enerxía eólica no Reino Unido constitúeno os certificados de utilización de enerxía renovable (*renewable obligations*, RO), que seguen o modelo dos certificados verdes negociables. Os certificados de utilización de enerxía renovable establecen a obriga aos provedores de electricidade de que unha porcentaxe determinada da enerxía que subministran proveña de fontes renovables, entre elas a enerxía eólica. A autoridade competente concede certificados aos produtores de enerxía renovable e, sêrvenlles aos provedores de electricidade como proba de que cumpren os requisitos establecidos en relación á comercialización de electricidade de orixe renovable. Estes instrumentos do réxime retributivo que afectan aos volumes comercializados de enerxía foron establecidos no ano 2002 e seguen provisionalmente vixentes ata abril de 2017, momento no que serán substituídos completamente polos Contratos por Diferenza (CFD). Este último esquema de remuneración establece un prezo do exercicio (*strike price*), regulado por unha empresa pública británica. Se o prezo do mercado da electricidade é inferior ao prezo do exercicio, os produtores reciben esa diferenza. Pola contra, se o prezo de mercado supera o prezo do exercicio, son os produtores os que teñen que pagar a diferenza. En relación á microxeración (menos de 5 MW), o réxime retributivo baséase nun sistema de primas axustado coa inflación. Non obstante, dende a administración británica propóñense fortes reducións destas primas, que afectarían á enerxía eólica a partir do ano 2016.

Táboa 5. Principais políticas implementadas no sector eólico en Reino Unido (2002-2015)

Título	Ano	Estado	Tipo de política	Principais características
Contratos por diferenza (CFD)	2014	Vixente	Instrumentos do réxime retributivo	Esquema de apoio para instalacións de máis de 5 MW. Substitúe ao sistema de certificados verdes a partir de abril de 2017 O sistema baséase na diferenza entre o prezo do exercicio (<i>strike price</i>) establecido polo regulador e o prezo de mercado
Sistema de primas	2010 (actualizado en 2015)	Vixente	Instrumentos do réxime retributivo	Sistema de primas axustadas coa inflación para instalacións de pequena escala (menos de 5 MW). Propóñense fortes reducións das primas para 2016, entre elas a enerxía eólica
Plan de Transición de Baixo Carbono	2009	Finalizada	Planeamento sectorial Apoio á I+D	Planifica a consecución dos obxectivos de reducións de emisións Redución nun 18% do CO ₂ en 2020 fronte os niveis de 2008
Estratexia de Enerxías Renovables 2009	2009	Vixente	Incentivos fiscais, financeiros e do réxime retributivo Apoio ao I+D e actividades demostración	Establécese que o 15% da enerxía procederá de renovables en 2020. Expansión dos certificados de enerxías renovables Incremento do apoio financeiro á enerxía eólica mariña Creación da <i>Office for Renewable Energy Deployment</i> (ORED) Investimentos de 631 millóns de € en novas tecnoloxías renovables
Estratexia Industrial Baixa en Carbono	2009	Finalizada	Apoio á I+D Incentivos fiscais e financeiros Compras públicas	Establece áreas de especial interese para a transición a unha sociedade baixa en carbono. Entre elas, a enerxía eólica mariña 135 millóns de euros para o desenvolvemento da eólica mariña
Lei da Enerxía 2008	2008	Vixente	Desenvolvemento institucional	Fomento dos certificados de enerxías renovables Permite sistema de primas a instalacións de ata 5 MW
Institutos Tecnolóxicos da Enerxía	2007	Vixente	Desenvolvemento institucional Apoio á I+D público-privada	Facilitar a colaboración entre universidade, industria e goberno para o desenvolvemento de fontes renovables
Lei de Cambio Climático e de Enerxía Sustentable	2006	Finalizada	Desenvolvemento institucional	Promoción de proxectos de microxeración Promoción de proxectos enerxéticos comunais Certificados verdes para electricidade de fontes renovables
Programa Edificación Baixa en Carbono	2006	Finalizada	Incentivos fiscais e financeiros Apoio á I+D	192 millóns de euros en subsidios para tecnoloxías renovables destinadas á microxeración
Lei da Enerxía 2004	2004	Vixente	Instrumentos regulatorios	Fomento da enerxía eólica mariña e de áreas para desenvolverse
Certificados de utilización de enerxía renovable (RO)	2002 (emendada en 2014)	Vixente	Instrumentos do réxime retributivo Códigos e estándares	Principal mecanismo de apoio para desenvolver as renovables RO obriga a ofrecer proporción crecente de electricidade renovable A microxeración é apoiada por un sistema de primas
Subvencións para parques mariños	2002	Finalizada	Incentivos fiscais e financeiros	Subvencións para 12 parques mariños por 186 millóns de €

Fonte: Elaboración propia a partir de IEA/IRENA joint Policies And Measures Database (2016)

2.2. A enerxía eólica nos mercados emerxentes de China e India

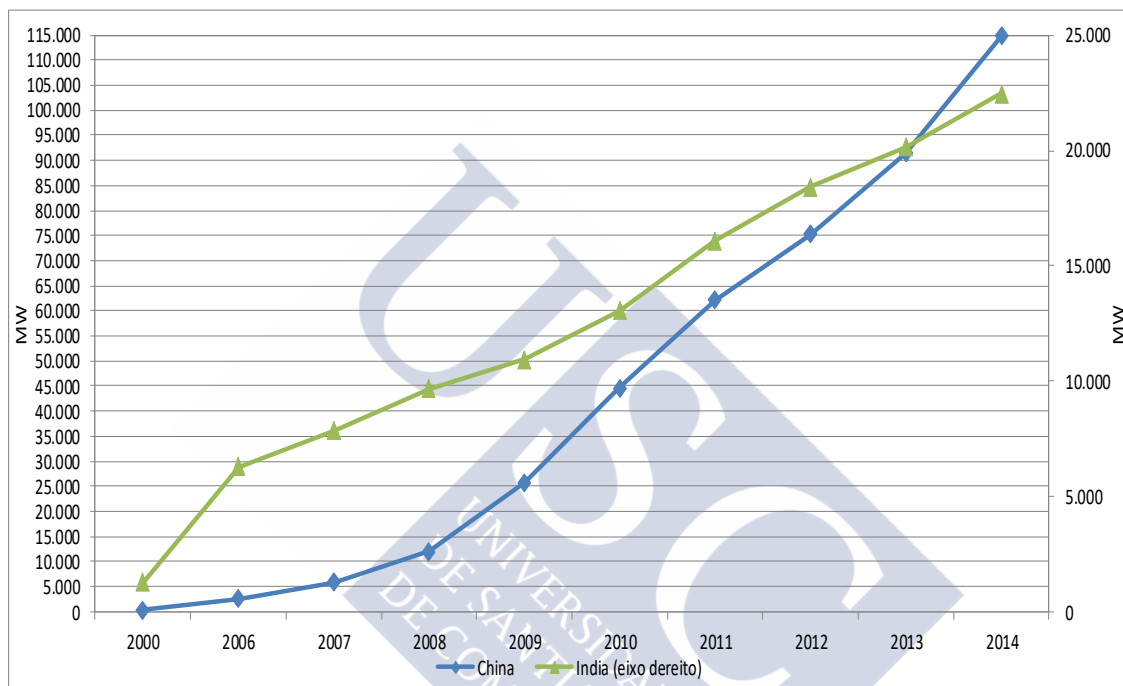
Os mercados chinés e indio destacan polo elevado dinamismo, así como polo xurdimento dunha serie de fabricantes relevantes de turbinas e de compoñentes, encadrados dentro dos principais fabricantes a nivel mundial. Estes axentes non se caracterizan por ser pioneiros no sector eólico, senón pola implementación dunha serie de instrumentos orientados á adquisición de coñecemento estranxeiro para consolidar o mercado nacional e dar o salto aos mercados de exportación (Lewis, 2011). Non obstante, India destaca como a economía pioneira en utilizar comercialmente a enerxía eólica en Asia (Sharma et al., 2012). O forte crecemento e o tamaño acadado por estes mercados, especialmente polo chinés, mudou o panorama do sector eólico mundial dende mediados da primeira década do século XXI; afectando, entre outros, aos criterios que interveñen na competencia do sector a nivel mundial (Lema, Berger e Schmitz, 2013). Deste modo, pódese afirmar que uns dos principais cambios recentes na estrutura da cadea de valor global derivouse do forte crecemento da potencia instalada nestes países emerxentes, que foi sustentado, principalmente, por políticas de demanda. A pesar das singularidades propias de cada un dos dous sectores eólicos e das diferenzas de tamaño, nesta subepígrafe analízase conxuntamente debido ás semellanzas nas políticas implementadas para acadar os actuais niveis de desenvolvemento.

Analizando a evolución da potencia instalada amosada na Figura 27, pódese apreciar o forte crecemento de ámbolos dous mercados, especialmente do chinés. Neste mercado, a taxa de variación anual acumulada entre os anos 2000 e 2014 ascendeu ao 47,1%, ata acadar os 115.433 MW, dos cales 670 son de enerxía eólica mariña; o que representa o 0,6% do total de enerxía eólica instalada. Pola súa parte, o mercado indio rexistrou unha taxa de variación anual acumulada do 21,1% no mesmo período ata acadar os 22.435 MW. India aínda non dispoñía no ano 2014 de potencia enerxía eólica mariña.

Ámbolos dous sectores emerxentes presentan diversas semellanzas no seu desenvolvemento. Estas características comúns facilitan unha análise conxunta, resaltando tamén os trazos diferenciais no eido institucional e no tecido industrial que poden constituír debilidades ou vantaxes competitivas. En primeiro lugar, cómpre destacar que nos dous escenarios, as políticas implementadas combinaron o fomento dos respectivos mercados nacionais, cun papel destacado do sistema de primas, e o apoio aos fabricantes locais mediante as políticas de contido local, entre outras medidas

(Kristinsson e Rao, 2008; Lewis, 2011; Campos e Klagge, 2013). Deste modo, os axentes presentes nos dous sectores contaron, en gran medida, dun mercado local cun elevado grao de protección para poder experimentar con novo equipamento, así como para poder realizar fortes investimentos industriais e en actividades de I+D e demostración.

Figura 27. Evolución da potencia eólica acumulada en China e India (2000-2014)



Fonte: Elaboración propia a partir de IRENA (2015)

En segundo lugar, os axentes presentes nos dous sectores desenvolveron técnicas análogas para poder adquirir coñecemento e tecnoloxía. Estes instrumentos de transferencia de tecnoloxía e coñecemento baseáronse fundamentalmente nas licencias, nas fusións e adquisicións e nos desenvolvementos conxuntos a través de partenariados³⁶ (Lewis, 2011). A súa vez, os desenvolvementos conxuntos, ao abeiro dun mercado local cun tamaño considerable, deron como resultado a adaptación da

³⁶ No caso do sector eólico chinés, Klagge, Liu e Campos (2012) sinalan que a utilización destes instrumentos de transferencia tecnolóxica e de coñecemento facilita que os fabricantes locais poidan producir turbinas e compoñentes a un custo inferior que os fabricantes estranxeiros, posto que evitarían un esforzo considerable en actividades de I+D.

tecnoloxía foránea ás condicións locais, así como unha aprendizaxe recíproca entre empresas multinacionais e locais (Kristinsson e Rao, 2008)³⁷.

En terceiro lugar, nestes dous sectores realízanse esforzos sistemáticos para conectarse coas redes globais da innovación, co obxectivo de gañar competitividade internacional e introducirse en sectores punteiros como o da enerxía eólica mariña (Lewis, 2011; Campos e Klagge, 2013). Desta forma, fabricantes chineses e indios establecen empresas filiais e centros de I+D en países europeos ou en EEUU, paralelamente ao incremento das súas exportacións a estes mercados. O principal obxectivo destas iniciativas consiste en situarse moi preto de empregados altamente cualificados ou de coñecemento especializado en novos nichos de mercado. Porén, este último trazo común está moito máis marcado no caso do sector eólico indio e, en especial, no seu principal fabricante, Suzlon; posto que as empresas chinesas saíron máis tardiamente aos mercados exteriores (Lewis, 2011).

En relación ás principais diferenzas entre os dous sectores eólicos, cómpre mencionar a distribución do mercado de turbinas nos dous países (Lewis, 2011). O mercado indio presenta unha alta concentración, posto que a empresa india Suzlon posúe unha cota de mercado superior ao 50%. Porén, o mercado chinés caracterízase por unha relativa atomización do mercado entre fabricantes chineses e estranxeiros, aínda que case todos fabrican no xigante asiático; sendo os principais fabricantes Goldwind (PRC), Sinovel (PRC), Nordex (GE), United Power (PRC) o Minyang (PRC) (Lewis, 2011; Klagge, Liu e Campos, 2012). Paralelamente ao incremento do cota de mercado dos fabricantes chineses, acaparando ata o 90% dende 2010, a presenza de fabricantes estranxeiros estase a reducir para centrarse na utilización e defensa da súa propiedade industrial e no acceso ao coñecemento estratéxico (Klagge, Liu e Campos, 2012). Segundo as estimacións, a industria auxiliar chinesa podería fornecer entre o 70 e o 90% dos compoñentes dende finais da primeira década do século XXI, dependendo do tipo e tamaño do aerogenerador (Lema, Berger e Schmitz, 2013).

O fortalecemento do tecido industrial endógeno, apoiado na súa primeira fase de desenvolvemento polos requirimentos de contido local e o incremento substancial do mercado, restoulle relevancia aos axentes estranxeiros. Asemade, a eliminación dos

³⁷ Kristinsson e Rao (2008) sinalan que, no caso indio, encontraron elementos non ligados ao mercado, fundamentalmente o apoio público, detrás do auxe dos proxectos de colaboración tecnolóxica entre axentes locais (fundamentalmente Suzlon) e empresas estranxeiras.

requisitos de contido local dende 2009 reduciu os incentivos para a localización de plantas industriais no seu territorio. A pesar do incremento do peso do tecido industrial autóctono, certos problemas recorrentes, como a calidade dos acabados e a resistencia dos compoñentes xurdiron nun amplo número de parques eólicos, afectándolle tanto aos grandes fabricantes como ás pequenas empresas da industria auxiliar (Lema, Berger e Schmitz, 2013).

As políticas implementadas no sector eólico chinés caracterízanse por un importante esforzo na expansión do mercado local, así como polo fomento dunha industria local potente de fabricación de turbinas e compoñentes³⁸. Cómpre mencionar que o sector público chinés non só foi un axente central en relación coa implementación da regulación e do esforzo en I+D, senón tamén pola súa participación directa en moitas empresas manufactureiras do sector (Klagge, Liu e Campos, 2012). A Táboa 6 amosa as principais políticas implementadas no xigante asiático dende 2001 ata 2014. En relación ao réxime retributivo, estableceuse un particular réxime de primas para a enerxía eólica terrestre no ano 2009. Segundo este modelo, establécense catro diferentes categorías de primas, dende os 0,052 €/kWh ata os 0,062 €/kWh; en función da cantidade de recurso eólico existente a nivel rexional. Deste modo, as instalacións situadas en rexións con menor recurso eólico, percibirían unha prima superior que aquelas localizadas en rexións con réximes de vento favorables. Este modelo de primas substituíu a un sistema, no que se establecían as primas en cada concurso de potencia ou proxecto, vixente dende 2003. O sistema de concursos de potencia instaurado no ano 2003 puido estimular parcialmente a competencia³⁹ no sector e constitúe unha das causas do incremento substancial da potencia instalada no xigante asiático (Klagge, Liu e Campos, 2012). Asemade, a enerxía eólica mariña conta co seu particular réxime de primas para fomentar a súa expansión, establecéndose unha prima sobre o prezo da electricidade que pode variar entre 0,092 e 0,104 €/kWh.

³⁸ Ydersbond e Korsnes (2014) sinalan que detrás do forte desenvolvemento do sector eólico en China e Europa, existe unha serie de motivacións subxacentes comúns, das que habería que resaltar a loita contra o cambio climático e polución atmosférica, o impulso da seguridade enerxética, así como a busca do liderado mundial nun sector con moito potencial.

³⁹ Segundo afirman Klagge, Liu e Campos (2012) a competencia resultante foi limitada debido ás porcentaxes de contido local (oscila entre o 50 e o 70% do valor do aerogenerador) e a preponderancia dos vínculos persoais no proceso de autorización das concesións. Como resultado, os promotores locais adoitaron ser os máis habituais e algunhas das concesións sufriron problemas de viabilidade financeira, debido a poxas pouco realistas en relación ao prezo ao que ían ofrecer a produción eléctrica.

Ademais dos instrumentos do réxime retributivo, as autoridades chinesas implementaron diversas políticas para fomentar o crecemento da potencia instalada. Neste sentido, a actividade de promoción beneficiase de tipos de gravame reducidos e de aranceis preferenciais. Por exemplo, reducíronse á metade os tipos de gravame do imposto sobre o valor engadido para os parques eólicos, así como a tributación polas ganancias derivadas da súa explotación.

A política industrial chinesa no eido eólico foi, dende un comezo, ambiciosa na procura do desenvolvemento dun sector tecnoloxicamente maduro. Inicialmente, os concursos públicos de potencia tiñan en conta, non só o prezo do kWh que se ofertaba, senón tamén a porcentaxe de contido local que os solicitantes se comprometían a mercar a provedores localizados en China. Porén, no ano 2009 eliminouse a obriga de contido local establecida no 70% do valor da turbina. Posteriormente, as autoridades chinesas estableceron unha serie de incentivos fiscais e financeiros para promover a fabricación de compoñentes para a industria eólica no propio país, así como axudas ás actividades de I+D e de demostración. Nesta mesma liña de garantir unha capacidade técnica e industrial, establecéronse uns requisitos esixentes de fabricación de compoñentes e turbinas en China no ano 2010. Así, a partir desa data, as autoridades só permiten fabricar aeroxeradores cunha potencia unitaria igual ou superior a 2,5 MW; e as empresas que entrasen no mercado de fabricación teñen que demostrar unha experiencia mínima de 5 anos en sectores ligados ao eólico para poder comercializar os seus produtos. Asemade, os plans quinquenais para enerxías renovables e industrias emerxentes contemplan o establecemento de estándares industriais no sector eólico, o incremento da comercialización de equipamento para a enerxía eólica mariña, así como a mellora da xestión da produción eólica. Neste sentido, un dos maiores retos do sector eólico terrestre chinés consiste en mellorar as redes eléctricas nas rexións do norte e leste, para evitar o desaproveitamento da produción eléctrica dos parques eólicos e manter o equilibrio entre demanda e oferta a tempo real (Ydersbond e Korsnes, 2014). Asemade, Klagge, Liu e Campos (2012) subliñan a necesidade de implementar unha axenda integral para fomentar a innovación interna das empresas chinesas, dada a dependencia de desenvolvementos foráneos. Entre outros eidos, destacan a necesidade de traballar en novas tecnoloxías e métodos para integrar unha crecente produción eléctrica de orixe renovable na rede.

Táboa 6. Principais políticas implementadas no sector eólico en China (2001-2014)

Título	Ano	Estado	Tipo de política	Principais características
Estandarización da calidade	2014	Vixente	Estándares industriais	Establecemento de controis de calidade nos aerogeradores instalados
Informe desenvolvemento da enerxía eólica mariña	2014	Vixente	Instrumentos do réxime retributivo	Establecemento dunha prima entre 0,092 e 0,104 €/kWh para electricidade da enerxía eólica mariña
Informe sobre a integración da enerxía eólica	2013	Vixente	Instrumentos regulatorios	Análise das causas do desaproveitamento das instalacións eólicas en moitas rexións, así como o deseño de medidas correctivas
Libro Branco Estratexia Enerxética 2012	2012	Vixente	Planificación estratéxica	Establécese que o 11,4% do consumo primario de enerxía proveña de combustibles non fósiles para finais de 2015
Desenvolvemento tecnolóxico eólico	2012	Vixente	Planificación estratéxica	Obxectivo de instalar 10 MW de enerxía eólica mariña en 2015 A industria debe desenvolver novas turbinas para instalacións mariñas
Plan quinquenal para industrias emerxentes	2012	Vixente	Planificación estratéxica	Instalación de 100 GW de potencia eólica para 2015 Ampliar a comercialización de equipamento para a enerxía eólica mariña Establecemento de estándares industriais internacionais Establecemento de mecanismos para a xestión eficiente da produción eólica
Plan quinquenal para enerxías renovables	2012	Vixente	Planificación estratéxica	O 9,5% do consumo total de enerxía provirá de renovables no 2015 Establécese que a potencia eólica acade 100 GW, incluíndo 5 GW de mariña
Normas de acceso ao mercado de compoñentes	2010	Vixente	Política industrial	Permítese só a fabricación de turbinas con potencia superior a 2,5 MW As novas empresas teñen que demostrar experiencia no mercado
Medidas para a xestión de parques eólicos mariños	2010	Vixente	Instrumentos regulatorios	Establece o proceso de concursos eólicos competitivos Os promotores teñen que ser empresas de capital chinés ou joint-ventures
Eliminación de aranceis	2010	Planeada	Incentivos fiscais	Eliminación de aranceis e do IVE en compoñentes tecnolóxicos clave
Sistema de primas para a enerxía eólica terrestre	2009	Vixente	Instrumentos do réxime retributivo	Sistema de primas vixente durante 20 anos. Existen catro categorías na fixación de prezos en función da cantidade de recurso a nivel rexional
Plan de desenvolvemento da enerxía eólica mariña	2009	Vixente	Planificación estratéxica	Establece o punto de partida para o desenvolvemento a nivel rexional da enerxía eólica mariña
Eliminación contido local	2009	Vixente	Política industrial	Elimínase obriga de mercar a provedores locais o 70% do valor da turbina
Fondo especial para equipamento eólico	2007	Vixente	Incentivos fiscais e financeiros	Subsidios e subvencións para fabricación de novo equipamento, avaliación de proxectos e actividades de I+D
Política impositiva preferencial	2003-2007	Vixente	Incentivos fiscais e financeiros	Proxectos eólicos beneficianse dun tipo impositivo reducido do 15% e de aranceis preferencias
Concesións eólicas	2003	Finalizada	Instrumentos do réxime retributivo	Concursos de potencia en base ao prezo do kWh e contido local Garántese unha prima durante 10-15 anos
IVE reducido	2001	Vixente	Incentivos fiscais	O IVE no sector eólico reduciuse á metade ata o 8,5%

Fonte: Elaboración propia a partir de IEA/IRENA Joint Policies And Measures Database (2016)

No eido da enerxía eólica mariña, o goberno chinés estableceu o primeiro plan integral de desenvolvemento desta fonte renovable no ano 2009, fixando os obxectivos de crecemento a nivel rexional, así como os procedementos para a instalación dos parques eólicos. Neste sentido, en 2010 entraron en vigor os concursos eólicos competitivos para a enerxía eólica mariña nos que se establecía o requisito polo cal só se poden presentar aos concursos empresas chinesas ou *joint-ventures* no que o socio local conte co 50% ou máis das accións. Ademais, as autoridades competentes fixaron obxectivos ambiciosos para a enerxía eólica mariña, aínda que a súa relevancia é aínda moi reducida en comparación coa terrestre, debido ás elevadas localizacións terrestres propicias para o aproveitamento eólico.

O goberno da India desenvolveu unha serie de medidas para promocionar a expansión da enerxía eólica, así como favorecer a emerxencia e fortalecemento dunha industria eólica nacional. Asemade, o incremento do consumo enerxético, debido ao forte crecemento económico e demográfico, así como a seguridade enerxética, constitúen factores relevantes para o desenvolvemento eólico (Sharma, et al., 2012). As autoridades competentes centran os plans de desenvolvemento nos estados nos que se identifica o maior potencial eólico, dos cales destacan Tamil Nadu, Karnataka, Kerala, Gujarat, Andhra Pradesh, Kerala, Maharashtra, Rajasthan e Madhya Pradesh (Ib.).

As políticas implementadas dende a esfera pública son de diferente índole. Entre os instrumentos amosados na Táboa 7, destacan os referidos ao réxime retributivo e aos incentivos fiscais e financeiros. Neste sentido, cómpre mencionar as exencións de impostos e a depreciación acelerada, que pode chegar ao 80% dos custos do proxecto no primeiro ano, como principais medidas que promoveron o incremento da potencia instalada. Estes instrumentos teñen como obxectivo ofrecer incentivos aos promotores de parques e fabricantes, tendo en conta que o sector eólico caracterízase por ser intensivo en capital. Ademais, as entidades financeiras públicas conceden préstamos en condicións favorables para a instalación de parques eólicos.

Táboa 7. Principais políticas implementadas no sector eólico en India (2002-2014)

Título	Ano	Estado	Tipo de política	Principais características
Depreciación acelerada	2014	Vixente	Incentivos fiscais	A depreciación acelerada fíxase no 80% do investimento nas instalacións.
Regulación de tarifas	2009-2010	Vixente	Instrumentos do réxime retributivo	O período retribuído con primas dura 13 anos As primas están baseadas, entre outros factores, no custo do capital, no gastos en operación e mantemento e na intensidade do recurso eólico
Incentivos á xeración	2008	Vixente	Instrumentos do réxime retributivo	Establécese o obxectivo de incrementar en 10.500 MW a potencia instalada no ano 2012 Os parques eólicos de 5 MW ou máis reciben primas de 0,008€/kWh durante 10 anos sobre a tarifa determinada polas autoridades competentes. Estes incentivos non se aplican ás instalacións beneficiadas pola depreciación acelerada
Apoio público ao desenvolvemento eólico	2002	Vixente	Incentivos fiscais e financeiros	Depreciación acelerada e exencións temporais de impostos Préstamos preferencias concedidos por entidades públicas á instalación de parques eólicos

Fonte: Elaboración propia a partir de IEA/IRENA Joint Policies And Measures Database (2015)

No eido do réxime retributivo, tanto a nivel estatal como rexional, estableceuse un réxime de primas para favorecer a expansión desta enerxía renovable. A aplicación deste réxime de remuneración, establecido para un período de 10 e 13 anos, é incompatible coa aplicación simultánea da depreciación acelerada. Asemade, moitos estados indios implementaron a partir de 2003 unhas cotas obrigatorias de consumo de enerxías renovables, entre as que se encontra a enerxía eólica (Sharma et al., 2012).

No eido do desenvolvemento industrial, India dou os seus primeiros pasos na promoción da súa industria eólica mediante a manipulación dos aranceis para fomentar a importación de compoñentes en vez da importación da turbina completa (Lewis, 2011). Ademais, implementou un sistema nacional de avaliación de equipamentos e de estándares industriais baseados en criterios internacionais, o que facilita a homologación dos compoñentes fabricados localmente e a súa exportación. Este tipo de medidas veñen parellas á clara vocación exterior do principal axente do sector eólico indio, a multinacional Suzlon, posto que lle facilita a súa crecente integración nas cadeas de valor globais sectoriais. Ademais, o goberno levou a cabo investimentos en proxectos de I+D e demostración centrados en proxectos a pequena escala en zonais rurais pouco desenvolvidas (Sharma, 2012).

3. O sector eólico en España: características, tendencias e análise rexional

A enerxía eólica destacou polo seu considerable desenvolvemento en España dende mediados da década dos noventa do século XXI ata o ano 2010, situando a esta economía coma un dos principais mercados en termos de potencia instalada e de fabricantes de aerogeneradores. Deste modo, esta enerxía renovable facilitou a diversificación da matriz enerxética española cara un modelo máis sustentable, así como permitiu incrementar a seguridade enerxética. Asemade, a enerxía eólica permitiu o xurdimento dun conxunto de actividades económicas, industrias e de servizos, que representan un vector de dinamismo económico para amplas rexións.

O obxectivo desta epígrafe consiste na análise das principais características e tendencias do conxunto do sector eólico español, así como a análise dos principais trazos das aglomeracións rexionais máis relevantes. Así, na primeira subepígrafe realízase un estudo fundamentalmente do desenvolvemento do mercado eólico en España, do tecido empresarial e do eido institucional. Posteriormente, na segunda

subepígrafe analízanse as sendas de desenvolvemento dos principais sectores eólicos rexionais; ben sexa pola súa relevancia en termos de desenvolvemento industrial ou pola potencia instalada acumulada. No primeiro grupo localizárase o sector eólico vasconavarro, e no segundo os sectores eólicos castelán-leonés, castelán-manchego, andaluz e aragonés. Se ben o galego destaca pola súa potencia instalada acumulada, será obxecto de análise pormenorizada no capítulo 5 da presente tese de doutoramento.

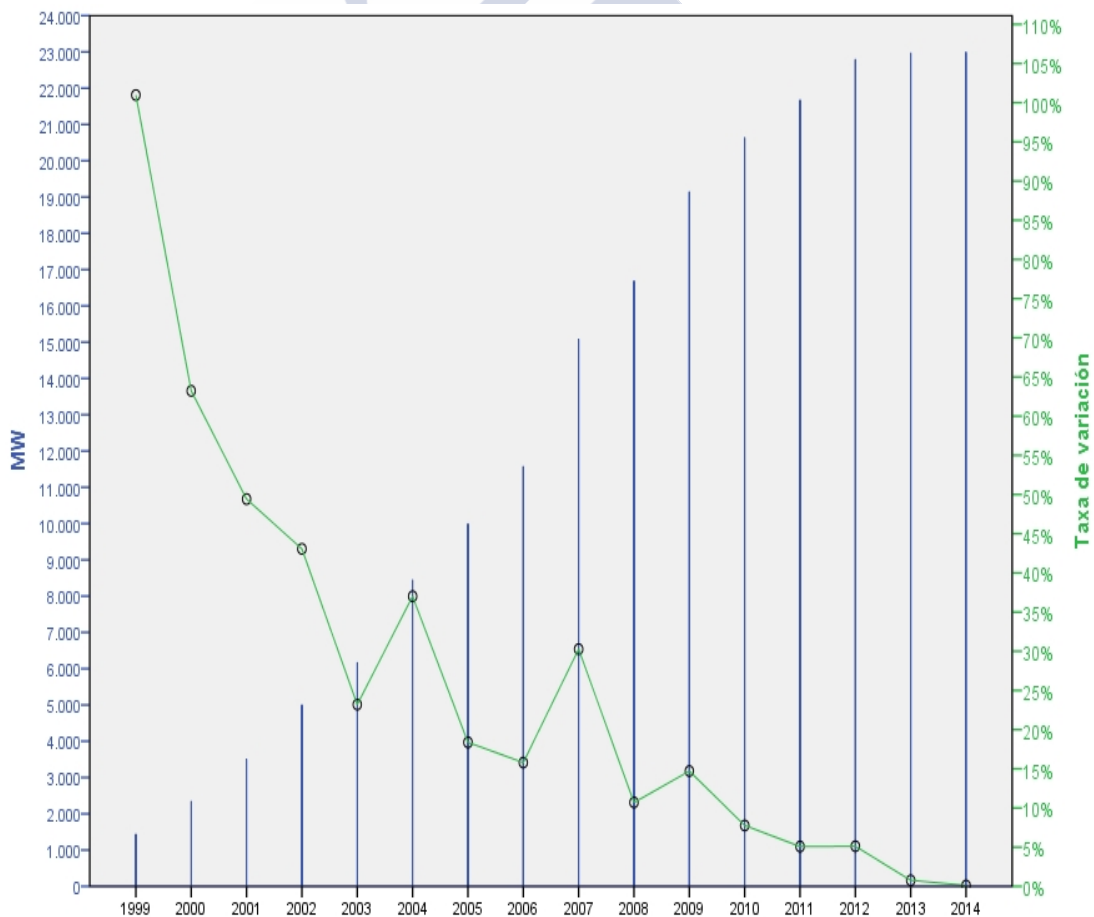
3.1. Análise dos principais trazos do desenvolvemento do sector eólico en España

A explotación do recurso eólico en España comezou a inicios da década dos oitenta do século XX, conxuntamente coa fabricación e deseño dos primeiros aeroxeradores. As crises do petróleo da década anterior, que afectaron especialmente á economía española, constituíron unha das causas polas cales se introduciron os obxectivos de seguridade enerxética na axenda política (Espejo, 2004). A investigación aplicada industrial, así como a experimentación cos primeiros parques eólicos, sustentáronse nas súas primeiras fases no apoio do Instituto para a Diversificación e o Aforro Enerxético (IDAE) e do Programa de Investigación Electrónica (PIE)⁴⁰ (Menéndez, 2001). Asemade, o CDTI (Centro para o Desenvolvemento Tecnolóxico e Industrial) promoveu a fabricación integramente en España dos primeiros aeroxeradores (Espejo, 2004). Deste modo, amósase que gran parte do desenvolvemento industrial e da potencia instalada dependeu nas fases iniciais do apoio e impulso do sector público. Ao abeiro do incremento de tamaño do mercado español, xorden dous tipos de fabricantes de aeroxeradores na década dos noventa (Menéndez, 2001). Un primeiro tipo de fabricantes sustentáronse nos deseños propios e na experimentación dende a emerxencia do sector. Pódense destacar como exemplos deste tipo a Ecotecnia, empresa adquirida polo grupo francés Alstom, e a MADE, adquirida por Gamesa a Endesa. O segundo tipo de fabricantes abrangúa a aqueles que dependían da tecnoloxía foránea, como Gamesa que se introduciu no mercado eólico con tecnoloxía de Vestas, así como aqueles fabricantes estranxeiros presentes no mercado español, como podían ser Nordex ou NEGMicon, que foi adquirida posteriormente por Vestas.

⁴⁰ Os Programas PIE constituían un fondo que se recadaba co 0,3% da tarifa eléctrica que pagaban os consumidores e que financiaba proxectos no eido da xeración, distribución e transporte de electricidade; acadando as enerxías renovables a quinta parte dos fondos empregados (Menéndez, 1997).

España considerouse un líder mundial na industria eólica cara finais da primeira década do século XXI, na que cuaduplicou a súa potencia instalada, e varios fabricantes nacionais acadaban as principais posicións nas listaxes a nivel mundial (Lewis e Wiser, 2007; Campos e Klagge, 2013; Matti e Consoli, 2015). A Figura 28 amosa a evolución da potencia acumulada instalada en España no período comprendido entre 1999 e 2014, así como a taxa de variación anual de dita variable. Neste sentido, a potencia instalada acumulada total en España acadou os 22.986 MW en 2014, o que supón unha taxa de crecemento anual constante do 18,9% en todo o período (AEE, 2015). Non obstante, pódense diferenciar dúas tendencias claras de crecemento: a primeira delas, máis longa, comprendida entre 1999 e 2009, na que a potencia crecía a taxas de dous díxitos, e a segunda entre 2010 e 2014 caracterizada polo estancamento sectorial.

Figura 28. Evolución da potencia instalada acumulada e a súa taxa de variación en España (1999-2014)



Fonte: Elaboración propia a partir de AEE (2015)

Na primeira fase, a enerxía eólica creceu a unha taxa de variación anual acumulada do 26,6%, debido a un contexto institucional que fomentaba o crecemento sectorial, tanto a nivel estatal como autonómico. Deste modo, os réximes retributivos estables baseados no réxime de primas, e os concursos eólicos autonómicos procuraban un crecemento forte da xeración eléctrica de orixe eólica. Asemade, gran parte desta fase de crecemento encádrase nun contexto macroeconómico caracterizado pola alta dispoñibilidade de crédito e un considerable crecemento económico. Porén, esta evolución favorable achegouse ao seu fin co estalido da crise económica entre os anos 2008 e 2009, así como debido á crecente inestabilidade do marco retributivo sectorial. Así, o Ministerio de Industria, Comercio e Turismo modificou este réxime baseado nun sistema de primas dependentes do prezo de mercado da electricidade, por outro dependente da rendibilidade razoable das instalacións que, á súa vez, depende da rendibilidade do bono do Estado Español a dez anos. A partir de 2009, a taxa de crecemento constante anual foi do 2,2%, pero nos anos 2013 e 2014 non se chegou a superar o 1% de crecemento e, mesmo no ano 2014, tan só se instalaron 27 MW en toda España.

Dende a segunda crise do petróleo de 1979, España comezou a promover as enerxías renovables co obxectivo de incrementar o autoabastecemento e a eficiencia enerxética (Matti e Consoli, 2015); pero non foi ata despois da promulgación da Lei 57/1997, do sector eléctrico, cando se estableceu un marco normativo sistemático de apoio. En trazos xerais, o marco normativo do sector eólico en España a nivel estatal caracterízase, especialmente dende 2010, pola súa inestabilidade e polo obxectivo do lexislador de reducir o déficit tarifario, que consiste no desequilibrio entre os ingresos do sistema eléctrico polas peaxes (fixadas pola administración e pagadas polos consumidores) e os custos regulados (Costa, 2014). A Táboa 8 sinala as principais políticas implementadas a nivel estatal no eido da enerxía eólica dende o ano 1997, no que se estableceu o réxime especial para as enerxías renovables, ata o ano 2014, no que se mudou totalmente o réxime retributivo e se eliminou o réxime especial. As principais políticas sinaladas na devandita táboa refírense ás competencias do goberno central nesta materia, que son, principalmente, as relativas ao réxime retributivo e aos

obxectivos nacionais en materia de política enerxética. As demais competencias son do eido autonómico⁴¹.

A tendencia lexislativa neste eido pódese dividir en dous grandes bloques. O primeiro deles, que vai dende 1997 (Lei do sector eléctrico) ata 2010, caracterízase pola implementación dun réxime retributivo baseado no sistema de primas e polo establecemento duns obxectivos ambiciosos en canto ao desenvolvemento desta fonte renovable. Asemade, a nivel macro destácase a fase xeral de expansión económica e de reducidas restricións ao crédito. De feito, esta fase é a de maior crecemento da potencia instalada en España e da expansión dos sectores industriais e de servizos ligados ao sector. Pola súa contra, a segunda fase comprendida entre 2010 e 2014 destaca pola inestabilidade normativa (exemplificada polos efectos retroactivos dunha nova normativa significativamente diferente á precedente) e a redución considerable do réxime retributivo da enerxía eólica.

Na primeira fase cómpre sinalar dende unha perspectiva regulatoria, a creación do réxime especial na Lei 54/1997 do sector eléctrico, e a instauración dun réxime retributivo baseado no sistema de primas. Dita Lei intentaba asegurar uns ingresos mínimos aos produtores do réxime especial e deixaba aos sucesivos decretos o desenvolvemento do sistema de primas. Neste sentido, o Decreto 2818/1998 establecía un sistema retributivo independente do sistema de prezos, no que establecía unha prima fixa para a enerxía eólica de 0,066 €/kWh, que se podería actualizar anualmente tendo en conta a variación do prezo medio da venda de electricidade. O Decreto 436/2004 incorporou unha novidade na retribución da enerxía eólica, posto que mantiña a anterior tarifa regulada de 0,066 €/kWh, pero tamén ofrecía a opción aos produtores de percibir o prezo de mercado medio por hora da electricidade máis unha prima de 0,03 €/kWh. Isto favorecía que os produtores estiveran máis influenciados polas fluctuacións do prezo da electricidade no mercado diario, na liña da liberalización do sector eléctrico que estipulaba a Lei 57/1997. Posteriormente, os Decretos 661/2007 e 1578/2008 promoveron a implantación dun sistema de primas variable en función do prezo do mercado. Deste modo, conseguíase asegurar unha remuneración mínima aos produtores, cando o prezo de mercado acadaba valores baixos; pero tamén se limitaba a contía da prima no caso de que o prezo de mercado superase uns limiares e evitar, polo tanto,

⁴¹ Entre as competencias autonómicas máis determinantes para explicar o desenvolvemento do mercado eólico en España, encóntranse os concursos públicos de potencia, que constitúen un instrumento polo lado da demanda.

unha remuneración excesiva. Diversos autores (Couture e Gagnon, 2010; Schallenberg-Rodríguez e Haas, 2012; entre outros) sinalan os resultados positivos da implementación deste réxime de remuneración en España. Asemade, durante esta fase a administración central estableceu, en coherencia cos obxectivos europeos de redución de emisións e diversificación enerxética, obxectivos ambiciosos de expansión da enerxía eólica, como os establecidos polo Plan de Enerxías Renovables 2005-2010, así como polo Plan de Acción de Enerxías Renovables de España 2011-2020.

En relación coa enerxía eólica mariña, a súa competencia corresponde ao goberno central debido a que se establecen en augas territoriais. No ano 2017 estableceuse o procedemento administrativo para axilizar a instalación deste tipo de parques eólicos. Estas instalacións mariñas teñen que superar os 50 MW de potencia total e a súa concesión realizarase a través de concursos públicos de potencia. Porén, non se instalaron parques eólicos mariños en España ata 2015, salvo proxectos en fase de demostración.

A segunda fase no eido lexislativo comeza en 2010 e remata en 2014, caracterizándose por unha sucesión de normativas dirixida a reducir o déficit tarifario, principalmente, mediante unha diminución considerable da remuneración ás enerxías renovables, entre as que destaca a enerxía eólica. Segundo o Ministerio de Industria, Enerxía e Turismo, as peaxes de acceso pagadas polos consumidores non compensaban os custos do sistema eléctrico, entre os que cómpre destacar as axudas ás renovables, ao carbón nacional ou os incentivos á nuclear, entre outros. Deste modo, para corrixir o crecente déficit e a débeda acumulada coas empresas distribuidoras, a administración central actuou no réxime retributivo das enerxías renovables⁴².

⁴² O debate sobre as causas do déficit tarifario en España e a importancia de cada unha delas constitúe un tema central na política enerxética no que non existe unanimidade. Matti e Consoli (2015) afirman que algunhas tecnoloxías renovables, coma a solar, incidiron en maior proporción no déficit tarifario que a eólica, posto que as subvencións se incrementaron en moita maior medida que a produción. No caso da eólica, a produción incrementouse en moita maior medida que as subvencións, e o seu prezo final mantívose en niveis competitivos. Non obstante, esta temática excede os obxectivos principais desta tese de doutoramento.

Táboa 8. Principais políticas implementadas no sector eólico en España (1997-2015)

Título	Ano	Estado	Tipo de política	Principais características
Concurso eólico estatal	2015	Vixente	Instrumento regulatorio	O concurso de potencia eólica ofreceu 500 MW baixo o réxime específico. Os gañadores da poxa renunciaron a incentivos.
Lei 24/2013 do Sector Eléctrico	2014	Vixente	Incentivos fiscais e financeiros	Creación do rexistro do réxime específico. Recorte das retribucións aos produtores.
Decreto-lei 9/2013 para garantir a estabilidade financeira do sistema eléctrico	2013	Vixente	Instrumentos do réxime retributivo	Supresión do réxime de primas con efectos retroactivos.
Lei 15/2012 de medidas fiscais para a sustentabilidade enerxética	2013	Vixente	Instrumentos fiscais	Imposto do 7% á xeración de electricidade.
Decreto-lei 1/2012 de suspensión dos incentivos para novas instalacións	2012	Vixente	Instrumentos do réxime retributivo	Cancelación do rexistro oficial de parques eólicos para percibir as primas.
Plan de Acción de Enerxías Renovables 2011-2020	2010	Vixente	Planeamento sectorial	A enerxía eólica contribuíra co 52% da produción eléctrica renovable, supoñendo o 20% da produción total en 2020.
Decreto 1565/2010, polo cal se modifican a produción de electricidade en réxime especial	2010	Finalizada	Instrumentos do réxime retributivo	Recorte das primas. Facilita administrativamente actividades de I+D na eólica.
Decreto-lei 14/2010 para corrixir o déficit tarifario	2010	Finalizada	Instrumentos do réxime retributivo	Limitación das horas equivalentes* nas que se percibe prima.
Decreto 1614/2010 polo cal se modifica a actividade dos parques eólicos	2010	Finalizada	Instrumentos do réxime retributivo	Redución das primas nun 35% e limitación das horas equivalentes nas que se percibe prima.
Decretos 661/2007 e 1578/2008 sobre o sistema retributivo do réxime especial	2007	Finalizada	Instrumentos do réxime retributivo	Prima variable en función do prezo de mercado.
Decreto 1028/2007 no que se regula a autorización de parques eólicos mariños	2007	Vixente	Instrumentos regulatorios	Establece un mínimo de 50 MW por instalación e un sistema de concursos públicos de potencia.
Plan de Enerxías Renovables 2005-2010	2005	Finalizada	Planeamento sectorial	Obxectivo para a enerxía eólica en 2010: 20.155 MW.
Decreto 436/2004 sobre o réxime especial das enerxías renovables	2004	Substituída	Instrumentos do réxime retributivo	Establecemento dun sistema retributivo independente do prezo de mercado e dunha prima constante sobre o prezo.
Plan de Fomento de las Energías Renovables	2000	Substituída	Planeamento sectorial	Duplicar a achega das enerxías renovables.
Decreto 2818/1998 sobre o réxime especial das enerxías renovables	1999	Substituída	Instrumentos do réxime retributivo	Establecemento dun sistema retributivo independente do prezo de mercado.
Programa de I+D no sector enerxético	2000	Substituída	Apoio ao I+D	Plan Nacional de I+D (2000-2003).
Lei 54/1997 do sector eléctrico	1997	Substituída	Instrumentos regulatorios	Establecemento dun sistema de primas que asegura aos produtores un prezo entre o 80 e o 90% do prezo medio.

*As horas equivalentes por ano representan a produción neta xerada nun ano dividida pola potencia unitaria do parque eólico

Fonte: Elaboración propia a partir de IEA/IRENA Joint Policies And Measures Database (2016)

A sucesión de normativas no sentido de reducir á enerxía eólica comezou co Decreto 1614/2010 e co Decreto-lei 14/2010, nos que se limitaban as horas equivalentes nas que se podían percibir primas, así como reducións nas propias contías das primas. Posteriormente a estas medidas do executivo socialista e ante un crecente déficit tarifario, o novo goberno conservador electo en 2011 suprime o rexistro oficial de parques eólicos ás novas instalacións mediante o Decreto-lei 1/2012. Ao non permitir a inscrición de novas instalacións neste rexistro, non se lles facilita o acceso ao sistema primado. Nesta mesma liña, nun contexto de recesión económica, a Lei 15/2012 introduce un gravame do 7% á produción de electricidade de tódalas instalacións, entre as que se encontran os parques eólicos. Este imposto agrava a situación dunha parte dos parques eólicos, posto que o contexto se caracteriza pola redución das primas nun marco de estancamento do consumo eléctrico. Non obstante, o paso máis determinante na dirección dunha crecente inestabilidade normativa e redución de remuneracións foi o acadado polo Decreto-lei 9/2013, no que se suprime o sistema de primas con efectos retroactivos. O sistema de primas foi substituído por outro denominado de rendibilidade razoable, no que a remuneración baséase na rendibilidade do bono español a dez anos. A retroactividade implicou que unha gran parte das instalacións previas á entrada en vigor deste Decreto, que contaban cun fluxo de caixa determinado nos seus plans de negocio, reduciron substancialmente os seus ingresos. Deste modo, a viabilidade dunha parte dos parques eólicos pode estar en entredito, dado que o seu financiamento realizouse cuns horizontes máis favorables. Asemade, outra das novidades, a retroactividade, provocou un alto grao de inseguridade xurídica, causando un número considerable de causas xudiciais, tanto a nivel nacional como internacional. Finalmente, o Decreto-lei 24/2013, do sector eléctrico, estableceu a creación do rexistro do réxime específico, en substitución do réxime especial, e desenvolveu o novo réxime retributivo baseado na rendibilidade razoable das instalacións. Ao abeiro deste novo réxime retributivo, a administración central promoveu un concurso eólico para asignar 500 MW de potencia a finais de 2015. Non obstante, as poxas gañadoras renunciaron a calquera tipo de incentivo económico e, polo tanto, subministrarán a electricidade producida ao prezo de mercado.

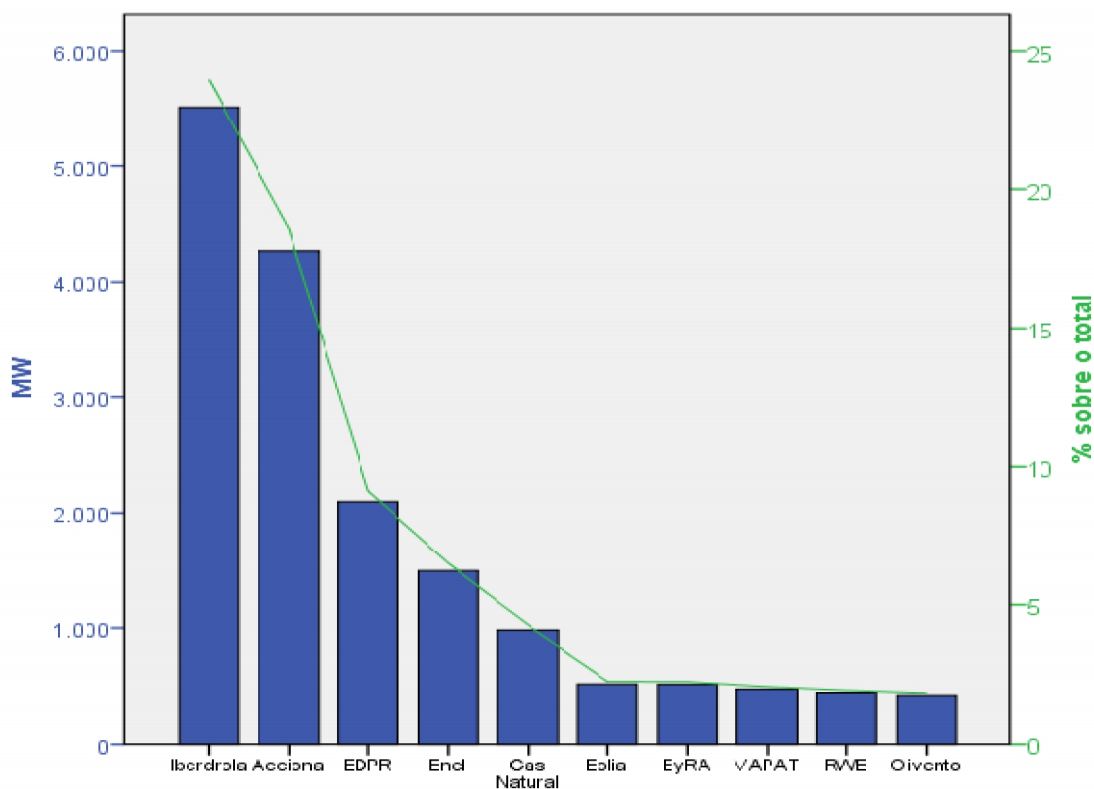
Ao analizar a distribución da potencia instalada en España en función dos promotores dos parques eólicos en 2014, pódese apreciar na Figura 29 que a meirande parte das instalacións eólicas son propiedade de Iberdrola e Acciona. Neste sentido, a

multinacional eléctrica posúe o 24% da potencia instalada a nivel estatal, o que representa máis de 5.500 MW. Séguelle en importancia Acciona, que acada o 18,6% do total, o que supón algo máis de 4.200 MW (AEE, 2015). Ámbalas dúas compañías concentran algo máis do 45,5% da potencia instalada en España ata 2004. Porén, Iberdrola sufriu un paulatino descenso da súa achega, posto que en 2004 representaba o 34,5% do total; en 2008, o 28%; e en 2014, o 24%. Acciona tivo un comportamento oposto, xa que a súa achega ascendeu dende o 10,8% en 2004, ata o 18,6% de 2014 (Matti e Consoli, 2015). A gran distancia destes dous promotores sitúase EDPR (EDP Renovables) co 9,1% (2.100 MW); Enel, co 6,5% (1.495 MW); e Gas Natural Fenosa, co 4,3% (982 MW) (Ib.). Estes datos amosan que a maioría da potencia instalada en España realizárona grandes grupos empresariais, moitos deles vinculados previamente co mercado da xeración de electricidade a nivel estatal. Asemade, a participación de axentes locais (proprietarios de terreos, concellos, etc.) é limitada a nivel estatal, en contraste coa situación noutros países analizados, coma Dinamarca que a apoian e fomentan. Neste eido, a situación galega é semellante, como se poderá comprobar en detalle no capítulo seguinte, a pesar dalgunhas medidas implementadas que intentaron mudar dita situación.

A pesar da alta concentración de parques eólicos en mans de grandes empresas eléctricas, tamén emerxen un conxunto de produtores independentes⁴³ que posúen, xeralmente, menos do 2% da potencia instalada total cada un. Aínda que a súa participación no mercado é minoritaria, desempeñan un papel esencial no tecido produtivo local, posto que tenden a introducirse en novos nichos de mercado, adoptar nova tecnoloxía e aproveitar e reconverter as capacidades industriais e tecnolóxicas locais (Matti e Consoli, 2015). Neste sentido, cómpre mencionar, con datos de finais de 2014, a Eolia Renovables, líder entre os produtores independentes, con 515 MW (2,24% do total), EyRA con 513 MW (2,23%), VAPAT con 471 MW (2%) ou OLIVENTO con 421 MW (1,8%) (AEE, 2015).

⁴³ En Europa existen dous tipos diferentes de produtores independentes. O primeiro deles está integrado ao longo da cadea de valor e involúcrase na maioría das fases para o desenvolvemento e posta en funcionamento das instalacións. Pola contra, o segundo tipo tan só actúa como comprador dos parques eólicos e céntrase na súa explotación (Matti e Consoli, 2015).

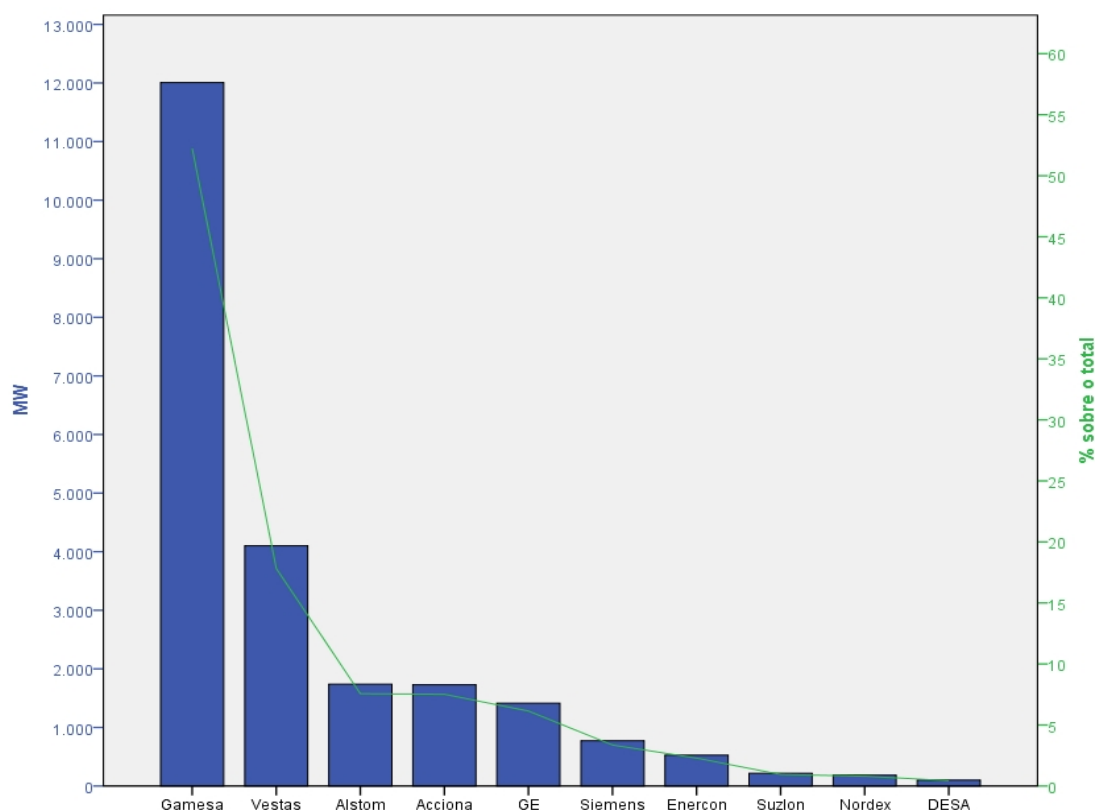
Figura 29. Distribución da potencia instalada en España por promotores en 2014



Fonte: Elaboración propia a partir de AEE (2015)

A cota de mercado dos principais fabricantes de aerogeradores en España está aínda máis concentrada que no mercado de xeración (Figura 30). Neste sentido, o fabricante español Gamesa posúe unha cota de mercado do 52,2%, o que supón un total de máis de 12.000 MW instalados en España ata finais de 2014 (AEE, 2015). O fabricante vasco-navarro consolidou progresivamente a súa posición no mercado, tras a alianza con Vestas no mercado español e a adquisición do fabricante MADE en 2003 (Matti e Consoli, 2015). Esta posición de dominio de mercado aínda é máis salientable cando o segundo fabricante, Vestas, acada tan só o 17,8% e 4.091 MW. Desta forma, compróbase que o mercado nacional supúxolle a Gamesa un instrumento esencial para situarse entre os principais fabricantes a nivel mundial, así como unha ferramenta para testar os diferentes modelos e desenvolver economías de escala.

Figura 30. Distribución da potencia instalada acumulada en España por fabricante en 2014



Fonte: Elaboración propia a partir de AEE (2015)

A moita distancia destes dous fabricantes atópanse outros, como Alstom, cunha porcentaxe do 7,6% (1.739 MW); Acciona Wind Power, co 7,5% (1.729 MW); General Electric, co 6,2% (1.413 MW); Siemens, co 3,4% (772 MW); e Enercon, co 2,3% (527 MW). Os demais fabricantes acadan unha cota de mercado acumulada nimia, ao situarse por debaixo do 1% (AEE, 2015).

As diferentes políticas industriais e tecnolóxicas implementadas a nivel rexional, así como as diverxencias xeográficas iniciais en relación ás fortalezas produtivas de cada Comunidade Autónoma, favoreceron un desenvolvemento sectorial dispar e, polo tanto, un impacto socioeconómico xeograficamente diverso (Matti e Consoli, 2015). Neste sentido, gran parte das empresas dedicadas ao sector eólico en España evolucionaron dende sectores como a metalurxia, o sector naval, a construción civil ou a electrónica cara ao sector eólico. Polo tanto, unha maior proporción de empresas e infraestrutura asociada próxima, en termos cognitivos, facilitaría a emerxencia dun sector industrial e de servizos parello á explotación dos parques eólicos. Non obstante, algúns fabricantes de aeroxeradores españois e industrias auxiliares foron moi activos

non só na reconversión de actividades previas ao auxe eólico, senón tamén para acceder a coñecemento punteiro a nivel internacional como no caso da alianza de Gamesa con Vestas ou a fusión de Ecotecnia coa división eólica de Alstom. Esta estratexia non se diferenciou substancialmente coa desenvolvida por actores internacionais como a multinacional xermana Siemens, que adquiriu o fabricante dinamarqués Bonus, ou a norteamericana General Electric, que mercou os activos de Enron Wind e, posteriormente, adquiriu a empresa ScanWind.

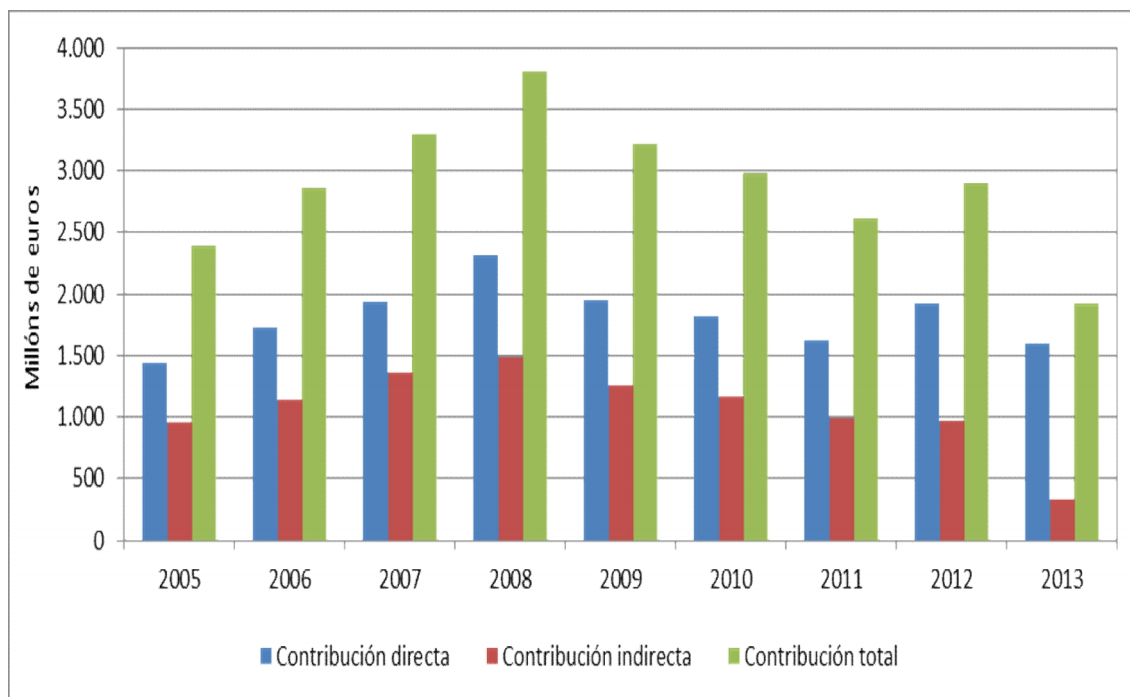
Os datos macroeconómicos do sector eólico español, elaborados pola Asociación de Produtores de Enerxías Renovables (APPA), amosan un impacto económico en declive dende os máximos do ano 2008, debido ao estancamento do mercado estatal que non é compensado polas exportacións (APPA, 2014). Estes datos, elaborados a partir da metodoloxía input-output, sinalan como factor explicativo desta evolución a inestabilidade normativa e, en especial, os efectos retroactivos dos cambios no réxime retributivo, cuantificados en 2.000 millóns de euros pola APPA (Ib.). Neste sentido, unha maior inestabilidade prexudicou a instalación de nova potencia, así como a repotenciación dos parques existentes. Isto implicou unha menor actividade de fabricación de compoñentes, construción civil e servizos ligados á instalación de parques eólicos.

Na Figura 31 amósase a contribución do sector eólico español en termos do PIB para o período comprendido entre 2005 e 2013. Os valores están desagregados entre contribución directa, inducida e total. Por unha banda, a primeira delas é resultado do estímulo na demanda final da actividade do sector eólico en determinadas ramas produtivas, afectadas directamente polo seu desenvolvemento. Por outra banda, a contribución indirecta (efecto arrastre) constitúe o efecto económico que resulta no resto de sectores da economía para fornecer de inputs ao sectores produtivos directamente afectados polo estímulo na demanda final. Finalmente, a contribución total representa a suma da achega directa e indirecta.

A evolución da incidencia económica do sector eólico español no período analizado pódese dividir en dúas fases. A primeira delas, comprendida entre 2005 e 2008, caracterízase polo incremento do impacto económico sectorial ata acadar un impacto total de máis de 3.800 millóns de euros. A segunda fase, entre 2008 e 2013, amosa o paulatino descenso da relevancia económica do sector eólico, ata acadar no

último ano do período analizado a súa menor contribución ao PIB total de 1.928 millóns de euros (1.594 directos máis 334 indirectos).

Figura 31. Contribución ao PIB do sector eólico español en millóns de euros correntes (2005-2013)

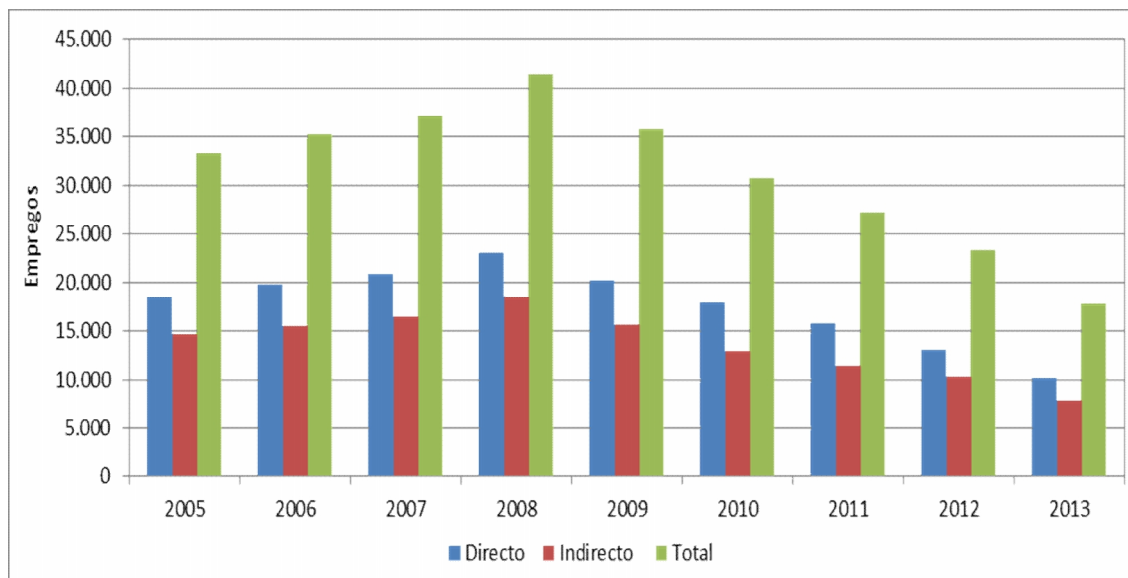


Fonte: APPA (2014)

A evolución das cifras de emprego pode constituír un indicador socioeconómico complementario para analizar o comportamento do sector eólico a nivel estatal, posto que pode amosar a capacidade de creación de emprego e, deste modo, examinar a capacidade de socialización dos beneficios derivada da actividade deste sector. Así, a Figura 32 constata o forte retroceso en termos de emprego, posto que entre 2008 e 2013 os empregos reducíronse a menos da metade. A menor actividade industrial nas empresas dedicadas á fabricación de pas, torres e multiplicadoras (as principais actividades industriais), así como nas dedicadas á construción civil, incidiu negativamente no emprego total a través do efecto arrastre. Os niveis de emprego no ano 2013 (17.850 totais, dos cales 10.086 eran directos e 7.764 indirectos) eran considerablemente máis reducidos que en 2005 (33.258 totais, dos cales 18.562 eran directos e 14.696 indirectos). As actividades de operación e mantemento de parques eólicos son pouco intensivas en man de obra en comparación coas actividades de fabricación de compoñentes ou obra civil (EWEA, 2009; Varela-Vázquez e Sánchez-

Carreira, 2015). Por esta razón, non son suficientes para compensar a perda de emprego causada polo estancamento da instalación de nova potencia.

Figura 32. Emprego xerado polo sector eólico en España (2005-2013)



Fonte: APPA (2014)

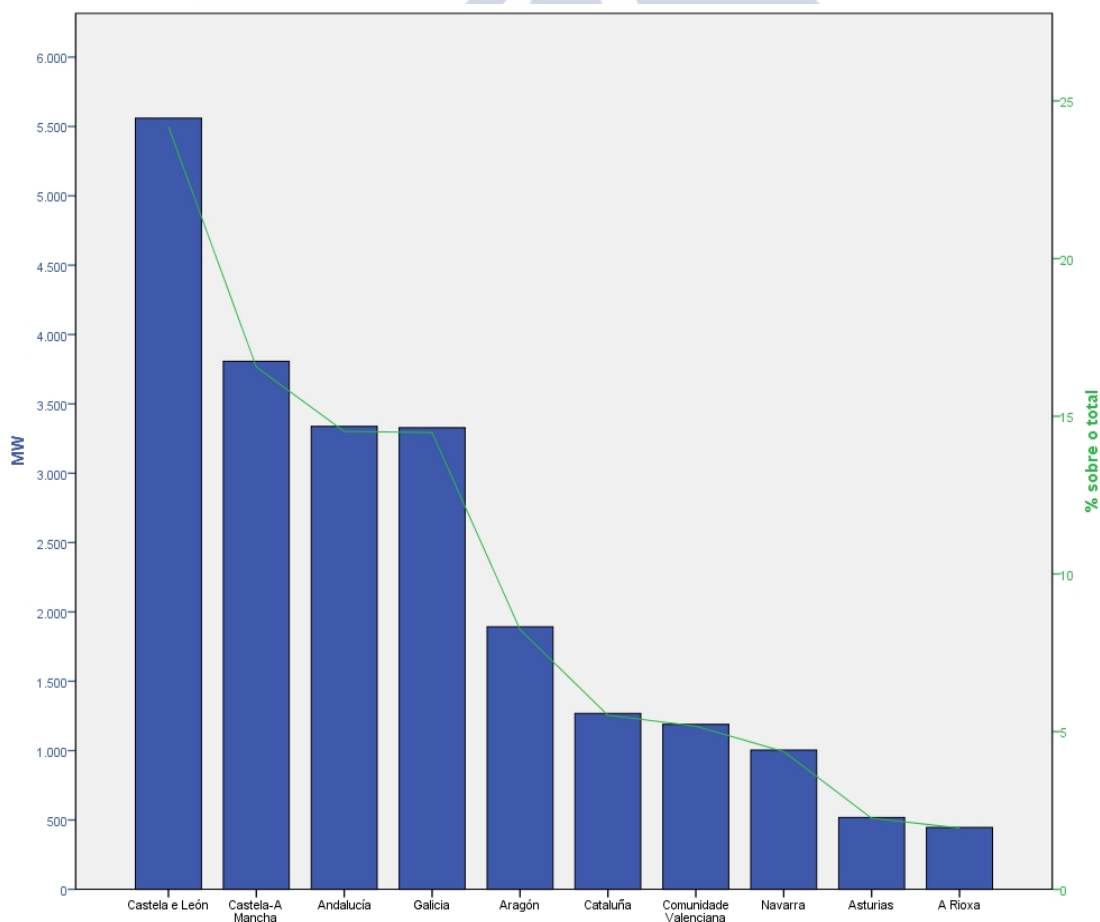
3.2. Análise rexional do sector eólico español

Nesta subepígrafe examínanse os principais trazos a nivel rexional do sector eólico en España. En particular, abórdase a distribución xeográfica da potencia instalada, así como dos centros industriais e tecnolóxicos. Desta forma, pódense identificar os principais mercados rexionais en termos da potencia instalada acumulada e da capacidade industrial e tecnolóxica. Nunha segunda parte da subepígrafe, analízanse e clasifícanse os principais sectores eólicos españois en función da súa relevancia debida ao tamaño do mercado (potencia instalada acumulada) ou polo seu tecido produtivo industrial ligado a este sector. Neste sentido, poderíanse establecer máis clasificacións en base a outras singularidades do eido institucional ou xeográficas (por exemplo, sectores eólicos peninsulares e insulares). Non obstante, dados os obxectivos desta tese de doutoramento, cómpre analizar dous patróns ben definidos no desenvolvemento eólico rexional en España. Así, algunhas Comunidades Autónomas destacan polo desenvolvemento dunha aglomeración industrial relevante; en cambio, outras non foron capaces de desenvolver e consolidar un tecido industrial potente a pesar da expansión da enerxía eólica nos seus territorios. Polo tanto, nesta subepígrafe

estúdanse os principais trazos evolutivos e singularidades destes dous modelos de desenvolvemento a partir da análise dos casos máis relevantes a nivel rexional.

En relación coa distribución xeográfica da potencia instalada en España que se amosa na Figura 33, pódese apreciar a alta concentración da potencia instalada nas cinco comunidades autónomas líderes neste eido (Castela e León, Castela-A Mancha, Andalucía, Galicia e Aragón). Estas CC.AA. supoñen arredor do 78% da potencia instalada, destacando Castela e León con case unha quinta parte do total estatal, seguida de Castela- A Mancha, co 16,5% da potencia; Andalucía e Galicia, co 14,5% cada unha delas; e Aragón co 8% (AEE, 2015). Asemade, cómpre mencionar entre as dez principais CC.AA. no sector eólico, a Navarra co 4,4% do total, pero cun peso moi significativo da industria de turbinas e compoñentes xunto co País Vasco (Pintor et al., 2006; Elola, Parrilli e Rabbellotti, 2013). Deste modo, a concentración espacial dos parques eólicos non necesariamente ten que coincidir coa da industria de turbinas e compoñentes.

Figura 33. Distribución xeográfica da potencia instalada en España nas dez principais CC.AA. en 2014



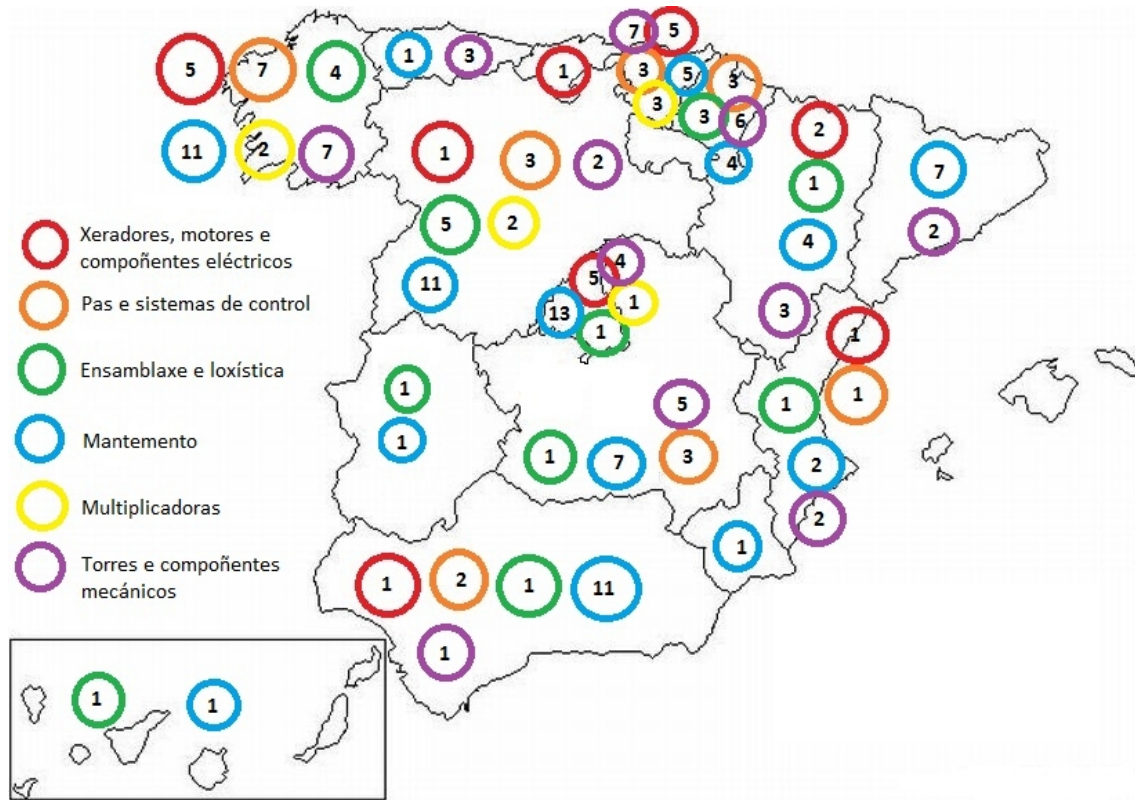
Fonte: Elaboración propia a partir de AEE (2015)

Na Figura 34 amósase a distribución xeográfica dos centros industriais ligados co sector eólico en España no ano 2014. Este mapa foi elaborada coa información dos censos empresariais da Asociación Empresarial Eólica (AEE), patronal sectorial española, que contabiliza os diversos tipos de axentes que participan nos diferentes elos da cadea de valor por Comunidade Autónoma. A nivel agregado, destacan Galicia (36 centros), Castela e León (24), Madrid (24), País Vasco (23), e Navarra (16); como as principais Comunidades Autónomas por número de empresas, dentro das cinco categorías propostas. Porén, en Galicia, Castela e León e Madrid existe unha maior proporción de axentes dedicados a tarefas de mantemento; mentres que en País Vasco e Navarra son relativamente máis importantes as empresas que realizan tarefas de fabricación e/ou reparación de torres e compoñentes mecánicos e outras actividades máis ligadas á subcadea industrial. Martínez, Bayod e Pérez (2002) destacan a importancia dun tecido produtivo preexistente ligado á industria metalúrxica e de calderería coma un dos factores que poden favorecer o auxe da industria eólica, como no caso vasco-navarro e, en menor medida, no galego. Segundo os datos da AEE, País Vasco e Navarra contan cun gran número de axentes nos diferentes elos da cadea de valor e moi distribuídos entre as diferentes tipoloxías. Diversos autores, coma Pintor et al. (2006) ou Elola, Parrilli e Rabbellotti (2013) denominárono o clúster vasco-navarro. Asemade, Galicia e Castela e León contan, a priori, cun elevado número de axentes presentes na maioría dos elos da cadea de valor do sector eólico.

En relación coa cadea de valor, atópase unha menor presenza de axentes dedicados á fabricación ou reparación de multiplicadoras e as súas compoñentes, o que se debe fundamentalmente ás particularidades da cadea de valor, que restrinxe a súa fabricación a un número limitados de axentes a nivel mundial. Ademais, gran parte dos axentes que traballan con multiplicadoras, xeradores e motores só realizan tarefas de reparación, pero non manufactureiras. Porén, elementos máis pesados como a fabricación de torres e pas están máis distribuídas xeograficamente e preto dos mercados de maior tamaño. Esta distribución en función do tipo de actividade corrobora a hipótese de proximidade-concentración de Markusen e Venables (2000) aplicada ao sector eólico (Kirkegaard, Hanemann e Wescher, 2009). Como xa se indicou previamente, dita hipótese afirma que os elementos máis pesados dos aerogeneradores sitúanse preto dos mercados con maior crecemento, debido aos custos de transporte,

pero outros elementos máis lixeiros e intensivos en tecnoloxía concéntranse en determinados lugares a nivel mundial.

Figura 34. Distribución xeográfica dos centros industriais do sector eólico en España, 2014



Fonte: Elaboración propia a partir de AEE (2015)

En relación coa infraestrutura tecnolóxica, na súa meirande parte encóntrase concentrada en catro Comunidades Autónomas. Así, Madrid, País Vasco, Castela e León e Andalucía representan o 63% do total español (Matti e Consoli, 2015). Neste sentido, destaca o País Vasco por posuír o maior número de centros tecnolóxicos do país, mentres que as outras tres CC.AA. teñen unha maior variedade de centros de investigación. Asemade, a información sobre proxectos de investigación básica en enerxías renovables amosa incrementos interanuais durante o período 2004-2012, sendo os principais axentes as Universidades de Madrid, Andalucía e País Vasco (Ib.). Esta última Comunidade Autónoma sobresaí neste eido pola súa colaboración entre universidades, empresas e centros tecnolóxicos.

Aínda que algúns autores coma Matti e Consoli (2015) e a propia AEE diagnosticaron o estado de desenvolvemento e a capacidade de fornecemento da cadea de valor do sector eólico en España a partir do censo de axentes, este pode levar a certas conclusións equivocadas, se non se teñen en conta algunhas matizacións. Por unha banda, o censo elaborado pola AEE computa un número de axentes que teñen ou tiveron recentemente participación no sector eólico, pero non ofrece información sobre variables económicas do sector, como o nivel de produción ou de emprego. Deste modo, o censo da AEE permite analizar as capacidades produtivas e as potencialidades territoriais ante un novo auxe eólico, pero non se debería utilizar a densidade de axentes do censo como indicador da evolución sectorial. Máis aínda, debe terse en conta que moitos dos axentes presentes desenvolven as súas actividades principais noutros sectores, como o naval, construción civil, electrónica, etc. Nos momentos de maior auxe eólico, forneceron de inputs ao sector, pero moitas destas empresas retornaron ás súas actividades tradicionais a partir do estancamento a nivel estatal de 2010. Así, un incremento de censo de axentes non ten porque levar parello un incremento da actividade económica no sector eólico, posto que o censo ten efectos acumulativos a nivel temporal. Os novos axentes súmanse aos existentes pero na realidade poden desprazar do mercado, parcial ou totalmente, aos existentes previamente, ou mesmo acabar deixando esa actividade.

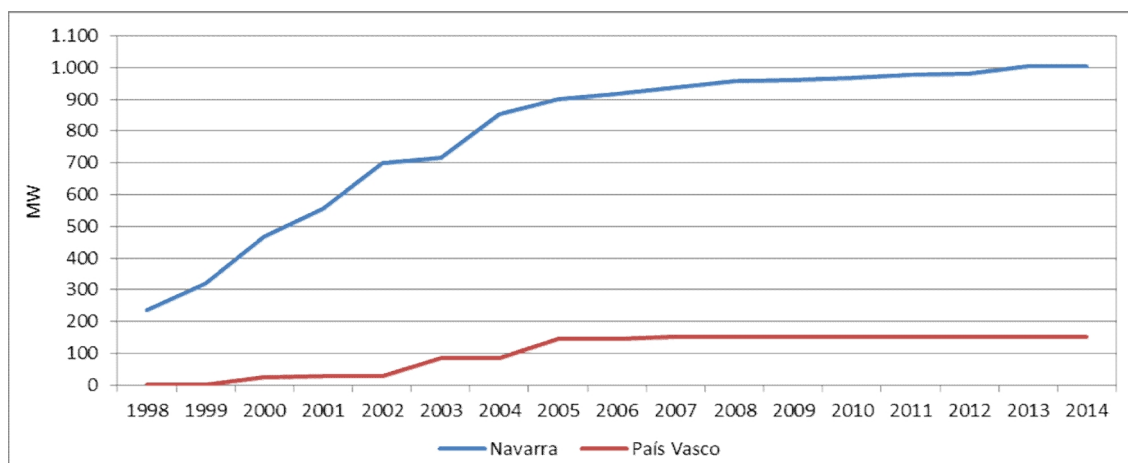
Outra cuestión que cómpre analizar consiste na reversibilidade da capacidade industrial logo dun estancamento no mercado doméstico, posto que o tanto o estado da técnica como os propios nichos de mercado seguen evolucionando. Despois dunha fase de estancamento, os axentes preexistentes poden atopar dificultades para volver a acceder á cadea de valor, o que se pode deber a factores tecnolóxicos ou de infraestrutura industrial. Desta forma, cómpre realizar unha análise máis pormenorizada, territorio a territorio, examinando a evolución da potencia instalada, do emprego, da atracción de investimento ou das exportacións, entre outras variables. Por outra banda, moitos destes axentes realizan tarefas de reparación e outros de fabricación de compoñentes, polo que para a realización dunha análise detallada das capacidades da cadea de valor, tamén se debe distinguir estes dous tipos de actividades.

3.2.1. O sector eólico vasco-navarro: O desenvolvemento dun polo tecnolóxico e industrial de éxito

País Vasco e Navarra destacan por posuír unha cadea de valor do sector eólico completa, así como pola súa vocación cara aos mercados exteriores, dada a especialización en actividades de I+D e a existencia dunha boa infraestrutura tecnolóxica ligada co sector (Elola, Parrilli e Rabellotti, 2013; Matti e Consoli, 2015). Deste modo, analízanse conxuntamente por posuír unhas características comúns e pola proximidade xeográfica, elementos que facilitan as interaccións na cadea de valor.

O forte desenvolvemento industrial inicial vasco-navarro distínguese do doutras Comunidades Autónomas por non vir acompañado dun incremento substancial da potencia eólica; senón por formar parte dunha estratexia a longo prazo de sustentabilidade ambiental, así como de diversificación industrial (Menéndez, 2001). Neste sentido, pódese constatar na Figura 35 que ámbalas dúas Comunidades Autónomas non destacan pola expansión desta fonte renovable nos seus territorios. Navarra sitúase como a oitava Comunidade Autónoma en potencia instalada (1.004 MW) e o País Vasco acada a décimo terceira posición (153 MW) en 2014. Navarra lideraba a instalación de parques eólicos en España no ano 1998 con 237 MW, seguida por Galicia con 234 MW. Porén, o crecemento navarro foi máis reducido nos anos posteriores que o experimentado por Galicia, Andalucía, Aragón ou Castela e León.

Ao contrario do acontecido no sector navarro, o desenvolvemento do mercado vasco foi tardío, posto que ata o ano 2000 non se instalaron parques eólicos, e non chegou a producirse un auténtico despegue. A ausencia dun mercado local de tamaño considerable supliuse cunha industria con forte vocación exterior, ben para fornecer aos mercados exteriores ou ao resto de España (Matti e Consoli, 2015). Isto debeuse á existencia previa en ámbolos dous territorios dun tecido produtivo especializado en mecanizados, compoñentes eléctricos ou caldeiraría de poliéster, entre outros. A multinacional Gamesa, coas súas orixes no sector aeronáutico, constitúe un bo exemplo desta evolución industrial.

Figura 35. Evolución da potencia instalada en Navarra e no País Vasco (MW, 1998-2014)

Fonte: Elaboración propia a partir de Pintor et al. (2006) e AEE (varios anos)

No eido da infraestrutura tecnolóxica, o sector eólico vasco-navarro conta cun número considerable de centros tecnolóxicos, seis no País Vasco e un en Navarra. Entre eles, destacan polo seu papel activo no sector eólico o Ikerlan e Tecnalia, ámbolos dous de titularidade privada, no País Vasco; e o CENER (Centro Nacional de Energías Renovables), de titularidade pública, en Navarra (AEE, 2015; Matti e Consoli, 2015). Ademais, ámbalas dúas rexións amosan o mellor desempeño en España en actividades de I+D aplicada a través dunha estreita colaboración entre o sistema universitario e os centros tecnolóxicos (Matti e Consoli, 2015).

O proceso de desenvolvemento eólico en Navarra comezou por iniciativa pública en 1989, cando o goberno autonómico investigou o potencial eólico e creou a entidade Energía Hidroeléctrica de Navarra (actualmente integrada en Acciona), que constituíu a semente do sector eólico (Gobierno de Navarra, 2004). Non obstante, non foi ata 1994 cando entrou en servizo o primeiro parque eólico. Asemade, a iniciativa pública, conxuntamente con Gamesa e Vestas, resultou determinante na creación de Gamesa Eólica en 1994, que acabou sendo un dos principais fabricantes de aeroxeradores a nivel mundial. Neste sentido, Gamesa Eólica foi constituída conxuntamente por Gamesa, que estaba especializada ata ese momento na industria aeronáutica; Vestas, que achegaba a tecnoloxía eólica; e o Goberno de Navarra, a través da súa axencia de desenvolvemento rexional SODENA (Sociedade de Desenvolvemento de Navarra). O principal obxectivo da nova empresa consistía en subministrarlle aeroxeradores a Energía Hidroeléctrica de Navarra (Ib.).

A implementación do Plan de Fomento das Enerxías Renovables 1995-2000, no ano 1995, constituíu o primeiro marco normativo no que se apostaba pola enerxía eólica. Dita implementación realízase mediante un debate social que implicou aos diferentes axentes partícipes, dende os promotores e as organizacións ecoloxistas ata as autoridades locais (Pintor et al., 2006). A administración autonómica realizou investimentos económicos nas zonas onde se instalaron parques eólicos, para reducir a oposición local e estableceu incentivos fiscais adicionais aos implementados a nivel estatal⁴⁴. Asemade, favoreceuse a interacción entre Iberdrola, Energía Hidroeléctrica de Navarra e Gamesa co obxectivo de impulsar o sector (Ib.). A maioría dos instrumentos políticos implementados circunscribíense ao eido industrial (8) e na planificación espacial dos parques eólicos (5) (Matti e Consoli, 2015). En canto á planificación espacial, existen dous Decretos que regulan este eido. O primeiro deles, o Decreto Foral 125/1996, establece a regulamentación da autorización dos parques eólicos instalados dende finais da década dos noventa ata os primeiros anos da seguinte. Esta normativa instauraba un modelo de autorización de parques eólicos baseado na iniciativa dos promotores, que eran os que iniciaban o proceso de autorización das instalacións baixo un alto grao de discrecionalidade (Iglesias, Del Río e Dopico, 2011). O Decreto Foral 68/2003 implanta o marco de autorización para os parques eólicos instalados a partir do ano 2004.

A administración autonómica aprobou no ano 2004 o II Plan Enerxético de Navarra horizonte 2010, xa nun contexto de moderación no crecemento da potencia instalada. Neste sentido, os obxectivos propostos neste eido (aproximadamente 1.400 MW) non foron acadados en 2010. Posteriormente, no ano 2011 aprobouse o III Plan Enerxético de Navarra horizonte 2020. Dito plan estima que se instalarán 652,4 MW eólicos, deixando a posibilidade de que unha proporción variable sexa mediante programas de repotenciación (Gobierno de Navarra, 2011). Este obxectivo semella de difícil consecución, posto que no ano 2014 apenas se superaban os 1.000 MW, polo que sería complexo incrementar en máis de 650 MW o stock de potencia instalada nun contexto nacional de redución das retribucións á enerxía eólica, así como de estancamento da demanda de electricidade. En relación á enerxía minieólica, estipúlase un tratamento diferenciado para a enerxía minieólica de autoconsumo, prevéndose 7,5 MW para 2020.

⁴⁴ O goberno foral subvencionaba o 20% do investimento bruto no período 1994-1999, aumentando ata o 30% para o seguinte lustro (Faulin et al., 2006).

As principais lexislacións que regulan o desenvolvemento do sector eólico no País Vasco tiveron como obxectivo a identificación das zonas potenciais para o aproveitamento de recurso eólico, así como o establecemento do proceso de autorización dos parques eólicos (EVE, 2015). Neste sentido, o Plan Territorial Sectorial da Enerxía Eólica, aprobado mediante o Decreto 104/2002, promove a sistematización dos estudos relacionados coa investigación eólica. Ata o momento da promulgación do devandito Plan, o desenvolvemento da enerxía eólica foi testemuñal (27 MW instalados). O Decreto 115/2002 complementa ao anterior, posto que establece o procedemento de autorización xeral de instalacións eólicas de potencia superior a 500 kW. Este Decreto estableceu un procedemento de autorización dependente da iniciativa dos promotores, de forma similar a Navarra (Iglesias, Del Río e Dopico, 2011). A gran maioría da potencia instalada no País Vasco foi ao amparo destes dous Decretos, pero a potencia instalada non seguiu unha evolución favorable, xa que dende 2005 ata 2014 (último ano con datos dispoñibles) está practicamente estancada⁴⁵. O Plan 3E-2005 desenvolveu o Plan Territorial Sectorial da Enerxía Eólica do País Vasco, que substituíu ao anterior promulgado en 2002. Porén, baixo o Plan de 2005 apenas se instalaron 9 MW de eólica. A principal barreira á instalación de novos parques eólicos xurdiu pola discrepancia institucional, entre a administración autonómica, deputacións forais e concellos sobre os criterios medio ambientais que deben rexer nas avaliacións de impacto ambiental dos parques (Gobierno Vasco, 2011). Ademais, os esforzos das autoridades públicas centráronse dende a década dos anos oitenta na investigación e no desenvolvemento tecnolóxico, o que cimentou un sector eólico apoiado nas capacidades industriais e na colaboración público-privada en I+D. Estas vantaxes competitivas, sumadas á inexistencia dun mercado rexional de tamaño considerable, propiciaron a forte vocación aos mercados exteriores.

A finais de 2011, o goberno vasco aprobou a Estratexia Enerxética de Euskadi 2020. Os obxectivos relativos á enerxía eólica consisten na incorporación de 630 MW eólicos terrestres e mariños, cifra difícil de acadar debido á atonía do mercado rexional ata 2015 e ao contexto estatal adverso, derivado da redución dos incentivos económicos. Esa estratexia promove o impulso dos aeroxeradores de pequeno tamaño en zonas urbanas, así como a busca de novos mercados exteriores para a industria eólica vasca (Gobierno Vasco, 2011). Asemade, a administración autonómica considera clave o

⁴⁵ A eólica tan só cubría o 2% e o 6,2% da demanda eléctrica no País Vasco nos anos 2000 e 2010, respectivamente (Gobierno Vasco, 2011).

consenso institucional entre o nivel autonómico e local para solventar o bloqueio que sufriu o Plan Territorial Sectorial, e deseñar un novo baixo os criterios de sustentabilidade (Ib.). No eido da enerxía eólica mariña, establécese o obxectivo de potenciar as instalacións eólicas mariñas, dada a existencia dun considerable tecido industrial para levar a cabo actividades de I+D, e consolidar a presenza de empresas vascas como referentes tecnolóxicos en mercados exteriores.

A emerxencia de novos mercados para a enerxía eólica a nivel mundial, así como a aparición de novos axentes e nichos de mercado, incrementan a competitividade ao longo da cadea de valor e exercen fortes presións para a deslocalización de actividades no País Vasco e Navarra (Elola, Parrilli e Rabellotti, 2013). Parrilli et al. (2012) identificaron tres grandes liñas de actuación no sector eólico vasco baseadas nun maior grao de interacción entre o tecido empresarial e o sistema de innovación, co obxectivo de adaptarse ás recentes tendencias da cadea de valor sectorial. Na Táboa 9 resúmense estas iniciativas coas súas correspondentes medidas. En primeiro lugar, recomendan promocionar actividades intensivas en I+D en empresas punteiras do sector para desenvolver compoñentes como plataformas flotantes ou elementos resistentes á corrosión para o sector da enerxía eólica mariña. Deste modo, posicionaríanse nun sector moi especializado e con moito potencial (mellora sectorial). En segundo lugar, é esencial desenvolver novas capacidades nas empresas (mellora funcional) para favorecer a internacionalización da produción en mercados como o chinés, brasileiro ou indio. Finalmente, ante o esmorecemento do mercado español, suxírense fortalecer a competencia vía prezos das empresas proveedoras de compoñentes máis estandarizados (mellora de proceso e de produto), posto que neste mercado o criterio que rexería sería o de control de custos (Ib.).

Táboa 9. Iniciativas e medidas para adaptar o sector eólico industrial vasco ás recentes tendencias da cadea de valor

Iniciativa	Medida
Orientación á eólica mariña	Desenvolvemento de altas capacidades nos líderes da cadea de valor
Internacionalización da produción	Desenvolvemento de novas capacidades
Control de custos	Melloras de produtos e procesos

Fonte: Parrilli et al. (2012)

3.2.2. Sectores eólicos baseados no crecemento do mercado rexional

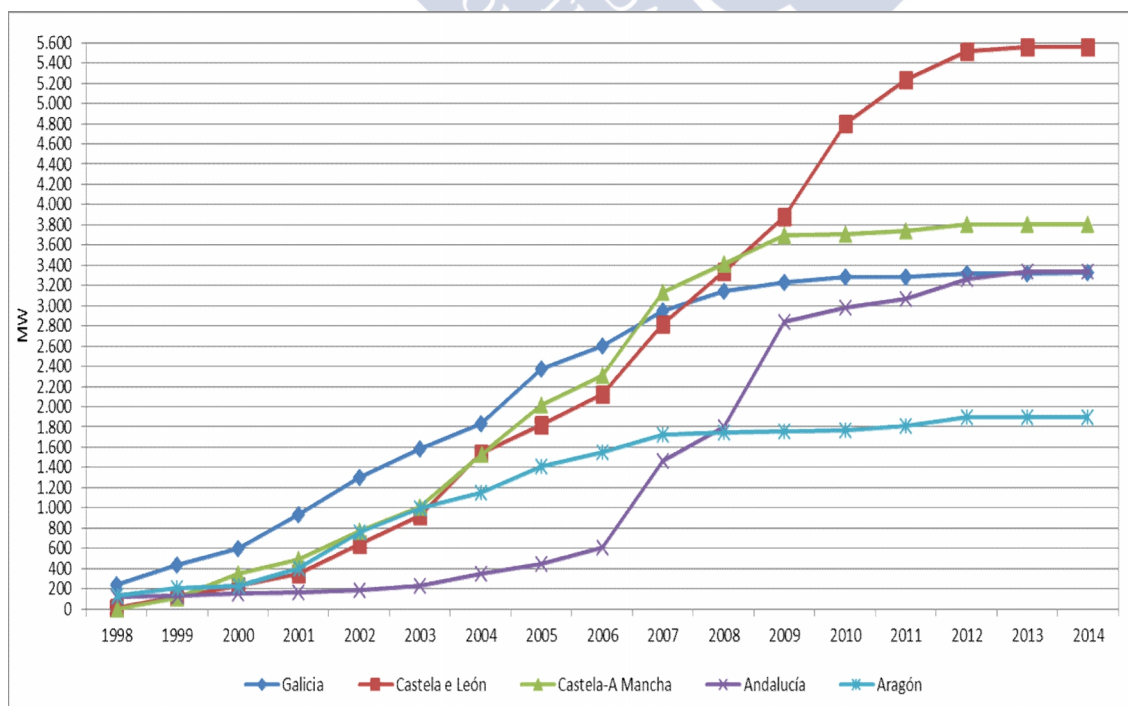
O sector eólico desenvolveuse ao longo do territorio español con diferentes pautas ás analizadas anteriormente no caso do sector vasco-navarro, apoiado nunhas considerables capacidades tecnolóxicas e industriais. Neste sentido, pódese identificar un grupo de Comunidades Autónomas nas que houbo un crecemento significativo da enerxía eólica, pero non emerxeu un tecido produtivo coas mesmas características que o vasco-navarro, en relación á súa densidade e capacidade tecnolóxica. Esta tipoloxía de sectores eólicos caracterízase tamén pola orientación do seu tecido industrial e de servizos cara aos seus propios mercados locais. Porén, existen diverxencias entre eles nas especializacións da cadea de valor, posto que algúns están máis especializados en servizos e outros en compoñentes (Matti e Consoli, 2015). Podemos englobar neste grupo a Galicia, Castela e León, Castela-A Mancha, Andalucía ou Aragón. Galicia será obxecto de estudo máis pormenorizado nos capítulos 5, 6 e 7 desta tese de doutoramento, polo que aquí a análise centrarase nas demais Comunidades Autónomas.

Na Figura 36 amósase a evolución da potencia instalada entre 1998 e 2014 nos sectores eólicos de Galicia, Castela e León, Castela-A Mancha, Andalucía e Aragón. Este período comprende a fase de despegue e consolidación do sector eólico español. Pódese apreciar que Galicia (234 MW en 1998) constituíu unha das primeiras Comunidades Autónomas en adoptar a enerxía eólica dun xeito acelerado, conxuntamente con Aragón (128 MW), Andalucía (115 MW) e Navarra (237 MW). Pola contra, Castela e León e Castela-A Mancha introducíronse posteriormente neste mercado. Non obstante, ao final do período analizado, son os principais mercados eólicos con 5.560 e 3.806 MW, respectivamente. Galicia estivo liderando a listaxe de principais mercados eólicos en España dende 1999, cando superou a Navarra, ata 2007, ano no que foi superada por Castela-A Mancha. Posteriormente, Castela e León e Andalucía incrementaron a súa potencia instalada ata superar as cifras acadadas por Galicia.

A evolución da potencia instalada en Castela e León, Castela-A Mancha, Andalucía, Galicia e Aragón amosa dous períodos diferenciados polo ritmo de crecemento desta variable. Asemade, o primeiro destes períodos (1998-2009) é moito máis amplo temporalmente que o segundo (2010-2014). Entre 1998 e 2009, a potencia

instalada creceu nestas Comunidades Autónomas máis do 10% anual, logrando nos primeiros anos incrementos porcentuais superiores ao 50%. Deste modo, a taxa de variación anual acumulada das cinco CCAA seleccionadas acadou o 33,2% neses anos, como se pode comprobar na Táboa 10. Destaca o intenso crecemento anual neste período de Castela e León (58%) e de Castela-A Mancha (37,4%). As outras tres Comunidades Autónomas incrementan anualmente a súa capacidade eólica a un ritmo inferior á media. Non obstante, a partir de 2010 conséntase unha clara redución do crecemento destes mercados, debido a unha maior incerteza no réxime retributivo, así como aos efectos da crise económica. Entre 2010 e 2014, a taxa de variación anual acumulada destas cinco comunidades seleccionadas quedouse nun exíguo 1,6%, moi inferior ao 33,2% rexistrado previamente. Galicia estáncase cunha variación do 0,2% anual, destacando Castela e León e Andalucía cun 3,0% e 2,3%, respectivamente. De tódolos modos, queda notoriamente reflectido que estes sectores eólicos rexionais destacan pola clara expansión da potencia instalada acumulada, tanto relativa como absoluta, abrindo a posibilidade do asentamento de empresas industrias e de servizos que fornezan a estes mercados. Porén, neste último eido existen pautas diverxentes, como se analiza nas seguintes subepígrafes.

Figura 36. Evolución da potencia instalada en Galicia, Castela e León, Castela-A Mancha, Andalucía e Aragón (1998-2014)



Fonte: Elaboración propia a partir de Pintor et al. (2006) e AEE (varios anos)

Táboa 10. Taxas de variación anual acumulada da potencia instalada en Galicia, Castela e León, Castela-A Mancha, Andalucía e Aragón (porcentaxes, 1998-2014)

Período	Galicia	Castela e León	Castela-A Mancha*	Andalucía	Aragón	Media das cinco CCAA
1998-2009	24,5	58	37,4	30,6	24,4	33,2
2010-2014	0,2	3	0,5	2,3	1,4	1,6
1998-2014	16,9	41,1	24,7	21,9	17,2	23,5

**O período analizado para Castela-A Mancha abrangue os anos comprendidos entre 1999 e 2014, posto que previamente non había potencia instalada.*

Fonte: Elaboración propia

3.2.2.1. Castela e León

O aproveitamento comercial do recurso eólico en Castela e León emerxeu posteriormente a outras Comunidades Autónomas, poñéndose en funcionamento o primeiro parque eólico no ano 1998, cunha potencia de 14,8 MW (Baraja e Herrero, 2010). Dende o comezo, o modelo de autorizacións de parques eólicos, ao amparo do Decreto 189/1997, estivo baseado na propia iniciativa dos promotores (Iglesias, Del Río e Dopico, 2011). Segundo este modelo, son os propios promotores os que solicitan as autorizacións para instalar os parques eólicos, tendo que cumprir uns criterios técnicos, financeiros, ambientais e socioeconómicos xerais (Ib.). Este modelo primou, fundamentalmente, o incremento da potencia instalada nesta Comunidade Autónoma fronte a outros criterios de índole medio ambiental ou socioeconómica.

As principais localizacións das instalacións eólicas sitúanse nas áreas montañosas que rodean a rexión, aínda que progresivamente fóronse ampliando nas chairas centrais dado o incremento da potencia unitaria das turbinas (Baraja e Herrero, 2010). Así, Iglesias, Del Río e Dopico (2011) sinalan que Castela e León e Castela-A Mancha comparten o trazo común de que teñen unha maior proporción de potencia instalada acumulada en función dos seus recursos eólicos. Na situación contraria situaríase Galicia, Aragón ou o sur de Andalucía. Segundo estes autores, a principal razón desta situación reside en que os procedementos de autorización de parques eólicos son competencia autonómica, polo que as primeiras autonomías en completar o proceso serían as que se leven os investimentos, provocando unha restrición ao resto.

No eido industrial, Gamesa, Ecotecnia (absorbida por Alstom) e Vestas colócanse nos primeiros postos dos fabricantes de aerogeneradores con máis potencia

instalada, provocando diversos efectos de arrastre na industria auxiliar (Matti e Consoli, 2015; Baraja e Herrero, 2010). Segundo Matti e Consoli (2015), Castela e León presenta unha alta concentración nos fabricantes de aerogeneradores, pero moito máis baixa nos promotores. Non obstante, unha parte moi importante das empresas promotoras están controladas directa ou indirectamente por grandes entes empresariais, como Iberdrola. Asemade, case a metade dos centros industriais ligados ao sector eólico nesta Comunidade Autónoma no ano 2014 están vinculados ás actividades de mantemento (11), tendo menor relevancia as actividades de fabricación de diferentes compoñentes (AEE, 2015). Porén, considérase que Castela e León ten un bo posicionamento na cadea de valor do sector eólico español, conxuntamente con Galicia e Navarra, posto que conta con fábricas de torres, multiplicadoras, pas e sistemas de control, entre outros; sendo o mercado nacional o seu principal obxectivo (Galdos e Madrid, 2009; Matti e Consoli, 2015). Arredor de 2007, nos anos de maior auxe sectorial, estimáronse algo máis de 1.800 postos de traballos creados vinculados ao sector; entre tarefas de fabricación, instalación, operación e mantemento (Baraja e Herrero, 2010). En definitiva, pódese considerar a Castela e León un implementador intelixente (*smart implementer*) debido á súa tardía entrada no sector, pero cun elevado dinamismo vinculado á expansión da potencia instalada e, en menor medida, cun xurdimento de centros industriais e de servizos (Matti e Consoli, 2015).

A pesares destes efectos económicos positivos, a instalación de parques eólicos tivo unha contestación social significativa, polo seu impacto paisaxístico e medio ambiental, así como sobre o turismo nas zonas montañosas. Porén, nas chairas centrais a aceptación social foi diferente, posto que se valorou a súa contribución á diversificación de ingresos de agricultores e concellos (Baraja e Herrero, 2010).

3.2.2.2. Castela-A Mancha

Castela-A Mancha caracterízase, igualmente que Castela e León, por un desenvolvemento tardío do sector eólico, posto que o comezo da súa explotación comercial data do ano 1999 (Espejo, 2004). Non obstante, o crecemento da potencia instalada acadou cifras moi relevantes ata constituír o segundo mercado para a enerxía eólica en España, tras Castela e León, con 3.806 MW en 2014 (AEE, 2015). Gran parte dos parques eólicos sitúanse na provincia de Albacete, onde existe un réxime de ventos moi favorables para o seu aproveitamento comercial.

Da mesma maneira que outras Comunidades Autónomas coma Castela e León, Galicia ou Aragón, o proceso de autorización de parques eólicos, baixo as directrices do Decreto 58/1999, estivo baseado na propia iniciativa dos promotores (Iglesias, Del Río e Dopico, 2011). Asemade, no Decreto 58/1999 estipulouse que os plans eólicos terían que levar aparelado un compoñente rexional, é dicir, que mediante a compra a provedores rexionais de compoñentes e servizos, se puidera estimular a cadea de valor castelo-manchega. Este modelo caracterízase por favorecer un forte crecemento da potencia instalada, moitas veces en detrimento doutros obxectivos de índole ambiental ou socioeconómica. Porén, o Decreto 20/2010 mudou o proceso de autorización de parques eólicos en Castela-A Mancha cara outro baseado na iniciativa do regulador, que establece concursos eólicos públicos, nos cales os promotores compiten por áreas específicas baixo criterios técnicos, financeiros, ambientais e económicos, previamente fixados polas autoridades competentes. Ademais, ese mesmo Decreto 20/2010 favorece a transparencia nos concursos públicos, especialmente no relativo ao proceso de selección (Ib.). Non obstante, a potencia instalada dende a promulgación deste último Decreto apenas superou os 100 MW ata finais de 2014, nun contexto macroeconómico adverso, así como de parálise sectorial debido á inestabilidade do réxime retributivo. En relación aos principais promotores, Iberdrola e Acciona constitúen os principais axentes en Castela-A Mancha, con máis do 50% do mercado (Matti e Consoli, 2015). Pola súa banda, Gamesa e Vestas constitúen os principais fabricantes de aerogeradores, cunha cota de mercado arredor do 70% (Ib.).

O desenvolvemento industrial nesta Comunidade Autónoma acadou un nivel de masa crítica inferior ao de Navarra, Galicia ou Castela e León (Galdos e Madrid, 2009). Porén, en 2014 conta con empresas dedicadas, especialmente, a actividades de operación e mantemento de parques eólicos e, en menor medida, de fabricación de torres e compoñentes mecánicos, así como de pas e sistemas de control (AEE, 2015). Segundo Matti e Consoli (2015), Castela-A Mancha pode considerarse coma unha rexión seguidora das rexións pioneiras neste sector, debido ao seu tardío desenvolvemento da potencia instalada, pero cun forte crecemento; así como polo desenvolvemento dunha cadea de valor industrial centrada na fabricación dalgúns compoñentes e en tarefas de mantemento. Asemade, a vocación do seu sector eólico é claramente o mercado nacional e mesmo o mercado rexional (Ib.).

3.2.2.3. Andalucía

Andalucía constitúe unha das rexións pioneiras no aproveitamento comercial da enerxía eólica en España e, en particular a provincia de Cádiz (Martínez, Bayod e Pérez, 2002; Galdos e Madrid, 2009). Os primeiros proxectos de demostración de aerogeradores realizáronse na costa de Tarifa en 1979, instalándose o primeiro parque eólico comercial de Andalucía no municipio de Tarifa en 1992 (Fernández e Ventura, 2011). Aínda que a finais de 2014 era a terceira Comunidade Autónoma española con máis potencia instalada (3.338 MW) (AEE, 2015), presenta unha baixa densidade industrial ligada a este sector, cunha maior proporción de empresas ligadas a servizos de mantemento que de fabricación de compoñentes e turbinas (Galdos e Madrid, 2009; Matti e Consoli, 2015). Neste sentido, esta Comunidade Autónoma conta con once empresas dedicadas a tarefas de mantemento de parques eólicos, e outras cinco desempeñan actividades de fabricación de pas, torres, xeradores e ensamblaxe de compoñentes (AEE, 2015).

O proceso de autorización de parques eólicos en Andalucía, ao amparo da Orde de 30 de setembro de 2002, segue un modelo baseado na iniciativa da autoridade reguladora, que establece previamente os criterios técnicos, financeiros e ambientais específicos dos concursos públicos de potencia nun contexto con baixa discrecionalidade (Iglesias, Del Río e Dopico, 2011). A planificación espacial dos parques eólicos e os concursos de potencia nesta Comunidade Autónoma teñen en conta as futuras ampliacións e limitacións actuais das redes eléctricas (Ib.). Asemade, outra característica da regulación rexional é a posibilidade, ao amparo da Lei 2/2007, de elaboración de plans específicos para a promoción da enerxía eólica en determinadas comarcas, como no caso da área do Estreito de Xibraltar (Fernández e Ventura, 2011). Nestas áreas específicas con gran recurso eólico, identificaríanse as limitacións das redes eléctricas e as actuacións necesarias, así como os usos complementarios do territorio en relación ao urbanismo, natureza ou actividades agropecuarias, entre outras (Ib.). O último concurso de potencia rexional (2007) abría a posibilidade de poxas en cinco áreas de desenvolvemento. Neste sentido, as autoridades autonómicas recibiron solicitudes por un total de 8.005 MW e autorizaron finalmente 2.655 MW (Iglesias, Del Río e Dopico, 2011).

En relación á cota de mercado dos promotores eólicos, en Andalucía o mercado contrólano promotores pequenos e individuais, se ben Iberdrola e Acciona posúen unha

cota conxunta de arredor do 40% (Matti e Consoli, 2015). Porén, o mercado dos fabricantes de turbinas está moito máis concentrado, posto que Gamesa e Vestas acaparan case o 80% do mercado (Ib.). En definitiva, Andalucía caracterízase por unha forte expansión da enerxía eólica, chegando a colocarse neste eido na terceira posición a finais de 2014, pero cun feble desenvolvemento industrial, máis centrado en actividades de mantemento e loxística, así como en fornecer o mercado rexional (Ib.).

3.2.2.4. Aragón

Os proxectos eólicos pioneiros e experimentais sucedéronse ao longo da década dos oitenta do século XX en Aragón, na contorna do Val do Ebro, dada a abundancia deste recurso renovable. A explotación comercial da enerxía eólica despegou a partir do ano 1996 (Aixalá, Sanaú e Simón, 2003), ata acadar os 1.893 MW a finais de 2014, representando a quinta Comunidade Autónoma en termos de potencia instalada acumulada (AEE, 2015). Neste sentido, Aragón foi, conxuntamente con Galicia e Navarra, das primeiras Comunidades Autónomas na implementación de plans eólicos, ao amparo do Decreto 279/1995 (Aixalá, Sanaú e Simón, 2003; Matti e Consoli, 2015).

Ao comezo, o procedemento de autorización de parques eólicos en Aragón, regulado polo Decreto 279/1995 baseouse nun modelo onde os promotores eran os que iniciaban os procedementos de autorización das instalacións, segundo uns criterios financeiros, técnicos e ambientais moi xenéricos (Iglesias, Del Río e Dopico, 2011). Non obstante, o Decreto 124/2010 modificou a lexislación, dende este modelo a outro no que as autoridades competentes inician o proceso de autorización mediante un concurso público e competitivo de potencia, no que se fixan previamente todos os criterios (Ib.). A maioría da potencia instalada en Aragón rexiuse polo primeiro modelo, cunha maior discrecionalidade; e tan só menos de 100 MW puideron instalarse dende a entrada en vigor do último modelo ata finais de 2014. A inestabilidade sectorial en relación ao sistema de remuneración, así como o contexto xeral de inestabilidade macroeconómica, provocaron que dende 2011 ata 2014 se instalaran algo máis de 80 MW. Neste sentido, os principais promotores de parques eólicos nesta rexión son promotores pequenos e individuais, contando Iberdrola e Acciona con algo menos do 40% da cota de mercado (Matti e Consoli, 2015). En cambio, os principais fabricantes

de aerogeradores en España, Gamesa e Vestas, contan cunha cota de mercado de arredor do 90% (Matti e Consoli, 2015).

Aragón conta cun total de dez empresas na cadea de valor do sector eólico a finais de 2014, das que a metade están dedicadas a actividades de mantemento e lóxística, e o resto fabrican torres, xeradores e compoñentes eléctricos (AEE, 2015). Deste modo, existe unha certa orientación da cadea de valor eólica aragonesa cara ás actividades de servizos. En relación á densidade do seu tecido produtivo vinculado ao sector eólico, Aragón situaríase aproximadamente ao mesmo nivel de Andalucía, posto que ámbalas dúas rexións puideron desenvolver a potencia instalada no seus territorios, pero non foron capaces de incrementar a súa relevancia ao longo da cadea de valor. Simón et al. (2009) estiman, seguindo a metodoloxía input-output, que o sector eólico aragonés chegou a supoñer o 0,85% do valor engadido bruto (VEB) rexional e o 4,13% do VEB industrial no ano 2007. Asemade, o emprego xerado directa e indirectamente polo sector eólico representou o 0,33% do emprego rexional e o 1,69% do industrial nese mesmo ano. Non obstante, estes datos poden estar sobreestimados, debido a que nese estudo se asume que o tecido produtivo aragonés pode fornecer dos compoñentes e servizos que se estipulan nas políticas de contido local da normativa autonómica, sen realizar unha análise previa para constatalo.

3.2.3. Comparación dos modelos rexionais de desenvolvemento do sector eólico en España

A modo de síntese, nesta subepígrafe analízase tanto os principais instrumentos esenciais implementados, como as características esenciais dos sectores eólicos rexionais estudados. Neste sentido, nas Táboas 11 e 12 amósase esta información sintetizada das subepígrafes anteriores. Deste modo, pódese comparar o desempeño dos diferentes sectores eólicos rexionais estudados e apreciar as semellanzas, así como as diferenzas entre eles.

En relación cos principais instrumentos implementados para promocionar a enerxía eólica, selecciónanse os eidos máis relevantes nos que as Comunidades Autónomas son competentes para legislar. Así, na Táboa 11 móstrase o desempeño dos seis sectores eólicos analizados en relación á implementación de concursos eólicos non discrecionales (política de demanda), así como as políticas industriais e tecnolóxicas

sectoriais (política de oferta). Dentro do eido da política industrial, na que as autoridades autonómicas son competentes, englobanse os instrumentos de contido local, os incentivos fiscais e financeiros á creación de empresas ou a súa atracción, entre outros. A política tecnolóxica incorpora o fomento á I+D, o apoio á infraestrutura tecnolóxica, como centros tecnolóxicos, ou a promoción da interacción público-privada. Asemade, cómpre mencionar que na Táboa 11 a cor verde significa que se aplicou a correspondente política, a cor amarela expresa que a aplicación foi parcial e, finalmente, a cor vermella indica que non houbo unha utilización significativa desas políticas.

No eido dos concursos eólicos, a maioría dos sectores eólicos rexionais evolucionaron dende un modelo de autorización discrecional, onde a iniciativa correspondía aos promotores; a outro menos discrecional, no que a iniciativa recaía nas autoridades autonómicas. Non obstante, a maioría da potencia instalada realizouse baixo o primeiro modelo, salvo no caso de Andalucía. Neste sentido, un menor grao de discrecionalidade pode ter un impacto positivo nas rexións, posto que garante unha maior seguridade xurídica, permite establecer parámetros nos concursos que promovan o desenvolvemento do sector, e facilita o control das administracións competentes.

Nas políticas industrial e tecnolóxica é onde se localizan as maiores diferenzas dende mediados dos anos noventa ata o ano 2014. Por unha banda, as políticas de contido local, instrumento para fomentar o establecemento de empresas no territorio no curto prazo, foron as empregadas máis amplamente (Castela-A Mancha, Aragón e Galicia). Porén, máis alá da implementación deste instrumento, os gobernos autonómicos non afondaron nunha política industrial activa no sector eólico. Non obstante, Navarra propiciou o xurdimento de Energía Hidroeléctrica de Navarra, xerme do sector eólico nesta rexión, e de Gamesa Eólica (un dos principais fabricantes a nivel mundial). No caso desta última empresa, a administración autonómica pilotou a creación da empresa a partir da experiencia industrial do fabricante aeronáutico Gamesa e da tecnoloxía eólica de Vestas. Asemade, tanto o goberno de Navarra como o de País Vasco desenvolven plans, de diferente horizonte temporal, para apoiar a diversificación de mercados e de sectores da súa industria auxiliar. Así, promóvese a exportación de compoñentes e a penetración no sector da enerxía eólica mariña e da miniéolica.

Táboa 11. Políticas máis relevantes implementadas polos principais sectores eólicos rexionais españois

	Concursos eólicos non discrecionais	Política industrial activa	Política tecnolóxica activa
País Vasco-Navarra			
Castela e León			
Castela-A Mancha			
Andalucía			
Aragón			

Fonte: Elaboración propia a partir de AEE (2015); Matti e Consoli (2015); Iglesias, Del Río e Dopico (2011)

No eido da política tecnolóxica acontece algo semellante ao das políticas industriais. País Vasco e Navarra destacan pola concentración de centros tecnolóxicos, tanto de titularidade pública como privada, así como pola colaboración con universidades e empresas. Nos outros principais sectores eólicos rexionais a presenza dunha política de fomento da innovación tecnolóxica non é tan palpable. Porén, en Castela e León e Andalucía, tamén hai un conxunto significativo de centros de investigación e tecnolóxicos, fundamentalmente, de titularidade pública. En todo caso, en moitos destes últimos casos, a iniciativa pública provén da administración estatal.

Na Táboa 12 clasifícanse os sectores eólicos rexionais analizados segundo a orientación das políticas de promoción implementadas, da especialización do tecido empresarial, a orientación do mercado, así como polo desenvolvemento da cadea de valor. Cómpre subliñar que moitos dos principais trazos destes sectores veñen determinados por especializacións produtivas previas ao xurdimento do sector eólico, polas políticas implementadas e a aprendizaxe institucional ao longo do proceso de evolución sectorial.

O sector eólico vasco-navarro é o que presenta un mellor desempeño no eido industrial e tecnolóxico, a pesar do tamaño reducido do seu mercado rexional. Neste sentido, a orientación das súas políticas de promoción centrouse no lado da oferta, promovendo a I+D e a colaboración público-privada. Asemade, conseguiron desenvolver unha cadea de valor completa, cunha forte presenza en mercados exteriores. No outro extremo, sitúanse os outros sectores analizados, nos que a prioridade consistiu en incrementar o tamaño do mercado mediante os concursos de potencia. Deste modo, as políticas industriais circunscribíronse ás políticas de contido local. Nestes sectores eólicos, o tecido produtivo especializouse nas actividades de operación e mantemento, debido ao tamaño do mercado, sendo máis reducida a

relevancia dos fabricantes de compoñentes. En todo caso, Castela e León e Galicia contan tamén cun número significativo de empresas industriais, aínda que en menor medida que no caso vasco-navarro. Deste modo, a orientación destes sectores eólicos consiste en fornecer de bens e servizos ao seus respectivos mercados rexionais.

Táboa 12. Clasificación dos principais sectores eólicos rexionais españois

	Orientación das políticas de promoción	Especialización do sector empresarial	Orientación do mercado	Desenvolvemento da cadea de valor
País Vasco-Navarra	I+D e colaboración público-privada	Actividades industriais	Mercados externos e internos	Elevado
Castela e León	Expansión do mercado e I+D	Actividades industriais/servizos	Mercado interno	Medio-Elevado
Castela-A Mancha	Expansión do mercado	Actividades de servizos	Mercado interno	Medio
Andalucía	Expansión do mercado	Actividades de servizos	Mercado interno	Medio
Aragón	Expansión do mercado	Actividades de servizos	Mercado interno	Medio

Fonte: Elaboración propia a partir de Matti e Consoli (2015)

4. Conclusións

O desenvolvemento sectorial da enerxía eólica mostra notables disparidades espaciais en función dos recursos previos existentes en cada territorio (país ou rexión), así como polas políticas implementadas. Deste modo, o sector eólico nun territorio determinado, como unha rexión, presenta un proceso de evolución caracterizado pola influencia das características socioeconómicas e políticas previas no abano de posibilidades de desenvolvemento futuro. Á súa vez, a orientación da intervención pública e a súa motivación, dependerán da fase de desenvolvemento sectorial, tendendo a ser máis proteccionista nas fases incipientes; e máis liberal, ou dependente do mercado, cando se acada o nivel de consolidación. A análise comparada dos principais sectores eólicos a nivel mundial permite identificar e estudar as diferenzas referidas ao deseño e implementación de políticas públicas, así como os resultados no incremento da potencia instalada e no xurdimento e consolidación dun sector industrial e de servizos vinculado a esta fonte renovable.

O sector eólico dinamarqués constitúe a experiencia pioneira a nivel mundial no aproveitamento comercial do recurso eólico. Neste sentido, Dinamarca foi capaz, dentro

dun gran pacto social para promover o cambio xeral do modelo enerxético, de fomentar a expansión da enerxía eólica e o desenvolvemento industrial e tecnolóxico, que permitiu que algúns axentes dinamarqueses sexan líderes mundiais en diferentes segmentos da cadea da valor. Asemade, puxeron unha énfase especial na integración social, posto que ao longo do tempo facilitouse a participación dos axentes locais na promoción de parques terrestres e mariños. Desta forma, Dinamarca consolidou o seu liderado mediante unha combinación de instrumentos, tanto polo lado da demanda como da oferta, no eido do réxime retributivo, industrial, tecnolóxico ou financeiro. Os últimos trazos da política no eido eólico pasan pola expansión da enerxía eólica mariña e o desenvolvemento de nova tecnoloxía neste sector cun elevado potencial, así como o apoio á enerxía minieólica e ao autoconsumo.

O desenvolvemento do sector eólico no Reino Unido foi tardío en comparación cos principais mercados europeos como Alemaña, España ou Dinamarca. Se ben o desenvolvemento da enerxía eólica terrestre estancouse debido á oposición dos axentes locais, a enerxía eólica mariña acadou un nivel de desenvolvemento moi significativo, tanto en termos de potencia instalada como en desenvolvemento tecnolóxico, colocando a Reino Unido como líder indiscutible neste subsector. As políticas públicas de fomento, en relación ao réxime retributivo e a política industrial e tecnolóxica, teñen como obxectivo incrementar a potencia instalada da enerxía eólica mariña e atraer a máis fabricantes e empresas de servizos a Reino Unido. Sendo a súa entrada no subsector da enerxía eólica terrestre tardía e parcialmente fracasada, puído reconducirse e especializarse nun subsector que o levou a destacar a nivel mundial. A aprendizaxe institucional no deseño e implementación de políticas na enerxía eólica terrestre facilitou o establecemento dun marco de promoción adaptado á enerxía eólica mariña.

Os mercados emerxentes da enerxía eólica, dada as súas propias características definitorias, distínguense claramente dos consolidados, tanto en relación aos principais trazos estruturais, como á súa evolución e ás políticas implementadas en cada caso. China e India sobresaen entre os sectores emerxentes polo considerable crecemento da potencia instalada dende comezos do século XXI e pola forte irrupción nas cadeas de valor globais. As prioridades nestes sectores eólicos foron tradicionalmente o incremento da potencia eólica e a súa mellor integración nas redes eléctricas, a atracción de capital estranxeiro en actividades manufactureiras e a absorción de coñecemento e tecnoloxías foráneas. Non obstante, dada a súa crecente relevancia e maior madurez no

sector eólico a nivel mundial, tanto o sector público como os axentes presentes nestes dous casos están poñendo unha maior énfase en actividades intensivas en I+D e novos nichos de mercado. Ademais, están incrementando a colaboración internacional coas rexións e axentes líderes no sector eólico.

Finalmente, o sector eólico español considerouse un referente polo seu crecemento sostido dende mediados da década dos noventa do século XX ata finais da seguinte década. Durante a fase de crecemento da potencia instalada, desenvolveuse un tecido produtivo industrial e de servizos que foi abarcando gran parte da cadea de valor, e que xerou un importante efecto socioeconómico positivo en moitas rexións, axudando á diversificación enerxética e industrial. Non obstante, existen fortes disparidades rexionais en relación ao modelo de desenvolvemento sectorial seguido. Neste sentido, o sector eólico vasco-navarro caracterízase por considerables investimentos en I+D e unha intensa colaboración entre a industria, os centros tecnolóxicos e as universidades, así como por unha orientación do seu sector eólico tanto cara ao mercado interior como cara aos mercados internacionais. Porén, outro grupo de rexións, entre as que destacan Castela e León, Castela-A Mancha, Andalucía, Galicia e Aragón, amosaron un significativo crecemento da potencia instalada, pero un desenvolvemento da súas cadeas de valor máis limitado e orientado cara aos mercados internos. Desta forma, foron máis prexudicadas polo estancamento sectorial xeralizado dende 2010, debido á súa estreita dependencia da evolución da potencia instalada nos seus territorios.

A senda positiva do sector eólico español foi interrompida pola forte crise económica dende 2008, que limitou as fontes e contías de financiamento, e a inestabilidade en relación ao réxime retributivo posteriormente ao ano 2010. O sistema de primas variables en función do prezo de mercado da electricidade (réxime especial) dou paso, con efectos retroactivos, a un sistema de rendibilidade razoable baseado no rendemento dos bonos do Tesouro Español a dez anos (réxime específico). A incerteza en relación aos fluxos de caixa afectou negativamente a un sector que é intensivo en capital. Dende finais da primeira década do século XXI, o sector estáncase en relación á potencia instalada, que afecta considerablemente aos niveis de actividade da industria auxiliar, debido a que estaba orientada, principalmente, ao mercado interno.



CAPÍTULO 5

A ENERXÍA EÓLICA EN GALICIA. EVOLUCIÓN, TENDENCIAS RECENTES E SITUACIÓN ACTUAL



1. Introducción

A emerxencia do sector eólico constituíu para Galicia un potencial vector de desenvolvemento económico, derivado da creación de emprego e a diversificación industrial, ao mesmo tempo que un instrumento que contribúe a incrementar a sustentabilidade do modelo enerxético. Neste sentido, en calquera proceso de desenvolvemento sectorial, interveñen unha serie de factores de diferente índole que poden fomentar ou bloquear dito proceso. Deste modo, coñecer as dinámicas sectoriais e diagnosticar as posibles eivas, resulta unha tarefa crucial para poder incrementar os beneficios socioeconómicos e ambientais relativos a esta enerxía renovable.

O obxectivo deste capítulo consiste en analizar as principais características e dinámicas do sector eólico galego dende a súa xénese ata a actualidade, así como en diagnosticar as súas fortalezas e debilidades. Abórdase o papel desempeñado polas institucións e o marco normativo, e os principais axentes presentes ao longo da cadea de valor. Este estudo permite identificar as actuacións necesarias como input para unha fase posterior de deseño e implementación de políticas de promoción sectorial. Asemade, esta contribución constituirá unha primeira aproximación para cuantificar o tamaño do sector eólico e o seu impacto socioeconómico en Galicia. En relación á metodoloxía utilizada, séguese unha perspectiva sistémica en relación aos factores analizados, combinando a revisión de literatura especializada na temática e informes técnicos, coa consulta de bases de datos sectoriais. Desta forma, utilízanse os informes Ardán, da Asociación Empresarial Eólica (AEE), da Asociación Eólica de Galicia (EGA), e da Asociación de Industriais Metalúrxicos de Galicia (ASIME), así como a base de datos Sabi.

Este capítulo estrutúrase en cinco epígrafes coas súas correspondentes subepígrafes, empezando con esta introdución. A epígrafe dúas aborda unha contextualización do marco institucional e unha descrición da evolución temporal do sector eólico galego, centrándose fundamentalmente nos principais cambios acontecidos neste eido. A epígrafe tres analiza detidamente os instrumentos de competencia autonómica máis relevantes implementados dende a xénese do sector. Nesta epígrafe examínanse os Plans Eólicos Estratéxicos, o Canon Eólico e o Fondo de Compensación Ambiental. Posteriormente, preséntanse as principais características, tendencias e dinámicas do tecido empresarial do sector eólico, mediante a análise dos principais axentes ao longo da cadea de valor. A epígrafe cinco estuda as tendencias recentes no

sector eólico galego, centrándose nas incipientes estratexias de diversificación. Finalmente, a epígrafe seis sintetízanse as características e dinámicas sectoriais amosadas previamente, mediante a aplicación do diamante de competitividade de Porter, coa finalidade de estudar o nivel de desenvolvemento e competitividade do sector.

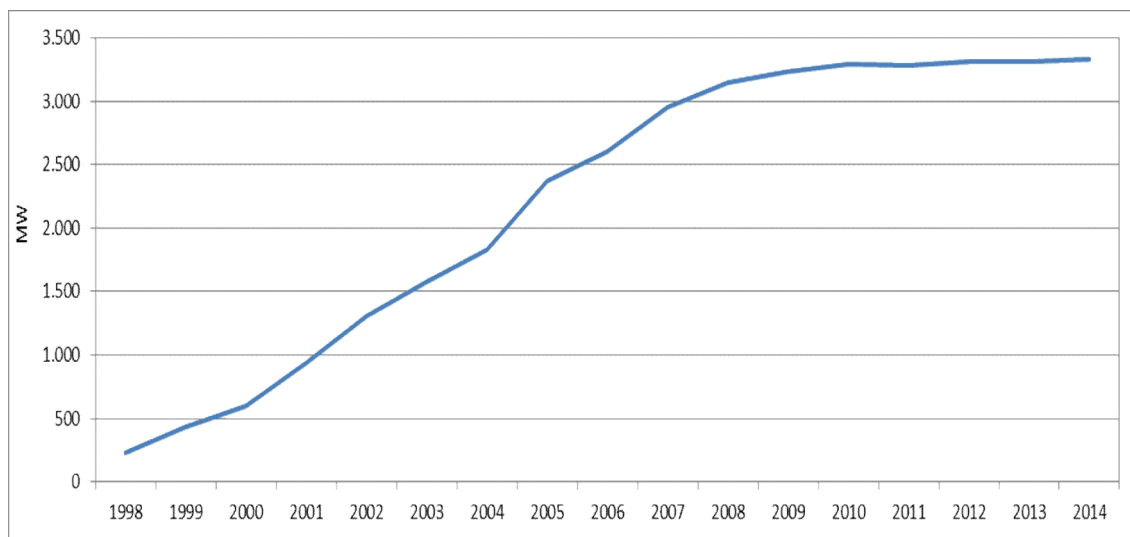
2. O marco institucional do sector eólico en Galicia e a súa evolución

Segundo o Estatuto de Autonomía de Galicia, a regulación das instalacións de produción eléctrica, transporte e distribución establecidas nesta Comunidade Autónoma é competencia da Xunta de Galicia. Distintas iniciativas empresariais intentaron explotar o recurso eólico galego dende mediados da década dos anos oitenta do século XX. Empresas eléctricas como Unión Fenosa e Endesa emprenderon proxectos de I+D vinculados coa enerxía eólica en Galicia dende esas datas (Menéndez, 2001). En particular, Endesa e o Instituto para a Diversificación e o Aforro Enerxético (IDAE) instalaron un parque eólico con aeroxeradores de 35 kW en Estaca de Bares en 1985. Asemade, Unión Fenosa promoveu a instalación dun aeroxerador de 1,2 MW en Cabo Vilán en 1990 con financiamento europeo e español (Ib.). Neste sentido, o interese polo aproveitamento comercial do potencial eólico galego comeza a partir de 1993, cando grandes empresas como Endesa ou a sociedade IDAE/Ecotecnia empezan a negociar co goberno autonómico a explotación de dito potencial (Regueiro, 2011), derivado dunhas condicións climáticas e orográficas idóneas. As comarcas do Barbanza e do Ortegal foron os primeiros emprazamentos para os parques eólicos galegos (Menéndez, 2001). No desenvolvemento eólico no Estado Español, Galicia pódese considerar coma pioneira, debido ao seu desenvolvemento inicial da capacidade instalada e dun tecido industrial de fabricantes de compoñentes (Matti e Consoli, 2015).

A evolución da potencia instalada eólica estivo marcada polo considerable crecemento no período 1998-2009, así como polo estancamento dende este último ano, como se pode apreciar na Figura 37. No conxunto do período 1998-2014, a potencia instalada incrementouse a unha taxa anual acumulada do 16,9%. Na fase expansiva, o ritmo de crecemento acadou unha taxa anual acumulada do 24,5%, contraéndose ata o 0,2% nos últimos 5 anos. Neste último período, os efectos dun contexto adverso dificultaron o crecemento da potencia instalada. Dito contexto caracterízase pola

inestabilidade do marco normativo autonómico, a supresión do réxime retributivo baseado nas primas e o contexto macroeconómico recesivo. Logo desta evolución diferenciada segundo a fase, Galicia contaba con algo máis de 3.320 MW a finais do ano 2014.

Figura 37. Evolución da potencia instalada en Galicia (1998-2014)



Fonte: Elaboración propia a partir de Pintor et al. (2006) e AEE (varios anos)

A pesar do desenvolvemento pioneiro da enerxía eólica en Galicia, o primeiro planeamento, o denominado Plan Eólico Sectorial de Galicia (PESG), que organiza e sistematiza o aproveitamento eólico non aparece ata o ano 1997. Porén, fóronse tramitando unha serie de Parques Eólicos Empresariais (PEEs), anteriormente coñecidos coma Plans Eólicos Estratéxicos (baixo o Decreto 205/1995). Neste sentido, os PEEs concederon unha potencia total equivalente ao 73,3% da potencia instalada definida no PESG (Simón et al., 2010). Dese xeito, a planificación do aproveitamento eólico xa non tiña moito potencial, posto que a meirande parte dos emprazamentos (10 de 18 PEEs) e a potencia estaban adxudicados previamente.

O corpo normativo para o aproveitamento eólico en Galicia está conformado por tres decretos, fundamentais para entender o desenvolvemento desta tecnoloxía, ao que se engade unha norma con rango de lei que se incorporou a finais de 2009. A Táboa 13 mostra resumidamente esta lexislación sectorial, conxuntamente cos concursos eólicos. Os obxectivos perseguidos nesta serie de normas de diferente rango son, basicamente, a

protección do medio ambiente para cumprir co Protocolo de Kyoto, o incremento do autoabastecemento e a eficiencia enerxética. Non obstante, dende o inicio da lexislación sectorial autonómica co Decreto 205/1995, cobra relevancia o obxectivo de construír un tecido industrial e un emprego asociado punteiro para Galicia, derivado das disposicións que obrigan aos adxudicatarios dos PEEs a contratar unha porcentaxe determinada do investimento a provedores galegos e, en particular, comprar unha cantidade determinada dos compoñentes dos aeroxeradores a fabricantes da propia comunidade autónoma. Porén, como xa se comprobará, a efectividade desta medida dependerá do seguimento e do poder coactivo que exerza a administración sobre os diferentes PEEs.

Táboa 13. Principais normativas e concursos eólicos en Galicia

	Principais características	Período de validez
Decreto 205/1995	Lexislación que inicia o desenvolvemento sectorial Establecemento de plans industriais e políticas de contido local	1995-2001
Decreto 302/2001	Ábrese a posibilidade da participación dos axentes locais nos parques eólicos singulares	2001-2007
Decreto 242/2007	Participación do sector público nos parques eólicos Protección medio ambiental de áreas de especial protección natural	2007-2009
Concurso eólico do 2008 (Orde de 6 de marzo de 2008)	Autorización de 2.325 MW ao amparo do Decreto 242/2007	2008
Derrogación do concurso do 2008 (Resolución de 7 de agosto de 2009)	Paralización do concurso eólico do 2008, posteriormente á adxudicación de megavatios e previamente á autorización dos parques eólicos Incremento da inseguridade xurídica	2009-actualidade
Lei 8/2009	Non contempla explicitamente a participación de capital público nas sociedades propietarias de parques eólicos Establecemento do Canon Eólico e do Fondo de Compensación Ambiental	2009-actualidade
Concurso eólico do 2010 (Orde do 29 de marzo de 2010)	Autorización de 2.325 MW ao abeiro da Lei 8/2009 Estancamento do mercado rexional	2010-actualidade

Fonte: Elaboración propia a partir de Varela-Vázquez e Sánchez Carreira (2016)

O Decreto 302/2001, vixente no período 2007-2007, substituíu ao Decreto 205/1995, pero non tivo ningún efecto salientable no sector eólico galego. Isto debeuse á disposición transitoria segunda, na que se estipulaba que calquera Plan Eólico Estratéxico que se estivera tramitando cando entrase en vigor este Decreto, rexeríase polo de 1995, igual que acontece cos expedientes de solicitude de parques eólicos, ao amparo da disposición transitoria terceira. De feito, tódolos parques eólicos

empresariais⁴⁶ foron aprobados seguindo o decreto de 1995, polo que será a principal figura lexislativa que explica o funcionamento do sector eólico en Galicia. Non obstante, nas seguintes epígrafes compáranse as diferentes normativas para analizar as súas fortalezas e debilidades, dentro das principais figuras que condicionan a evolución do sector eólico. Ademais, no Decreto 302/2001 aparece unha figura nova, os Parques Eólicos Singulares, que representa un intento para integrar a máis axentes da sociedade no desenvolvemento da enerxía eólica.

O Decreto 242/2007, promulgado polo goberno bipartito elixido en 2005, incorporou unha serie de novidades fronte aos anteriores. Neste sentido, subliñase que a enerxía eólica actúa coma un vector de crecemento económico nun sentido amplo, sobre todo a nivel local, construíndo un vínculo forte entre o sector eólico e a sociedade. Para iso, primase a participación pública no capital social dos promotores de parques eólicos. Por outra banda, ante a evidencia de que gran parte da superficie que ocupan os parques eólicos se situou (e se está a autorizar) dentro da Rede Natura, ou outros espazos de especial interese natural, o goberno bipartito intentou legislar nesta dirección para que non se ocupasen espazos de especial protección ambiental. Ao amparo do Decreto 242/2007, promulgouse a Orde de 6 de marzo de 2008⁴⁷, que establecía o límite máximo de potencia a instalar entre 2008 e 2012, ao tempo que iniciaba o prazo para a presentación de solicitudes para autorización de parques eólicos. Porén, co cambio de goberno, este concurso eólico foi suspendido mediante a Resolución de 7 de agosto de 2009⁴⁸, amparándose en que a Asesoría Xurídica Xeral da Xunta de Galicia alegou indicios de ilegalidade. A suspensión do concurso eólico e a posterior convocatoria do concurso ao abeiro da Lei 8/2009, causou unha elevada inestabilidade, que sumada ao adverso contexto económico xeral, provocou un estancamento sectorial que dura máis dun lustro.

Algúns axentes apelaron á vía xudicial para denunciar o impacto no seu patrimonio da inseguridade xurídica derivada da promulgación da Resolución do 7 de agosto de 2009. A sentenza do Tribunal Supremo (TS)⁴⁹ de 6 de maio de 2015 avalou a sentenza do Tribunal Superior de Xustiza de Galicia (TSXG) que declarou ilegal a suspensión do procedemento de autorizacións para parques eólicos tramitados ao

⁴⁶ Son un total de dezaioito ata 2011.

⁴⁷ Orde de 6 de marzo de 2008. DOG nº 54.

⁴⁸ Resolución de 7 de agosto de 2009. DOG nº 159.

⁴⁹ STS de 6 maio 2015; JUR\2015\2377.

amparo do Decreto 242/2007. Este procedemento de autorización constitúe unha fase posterior ao concurso eólico regulado pola Orde de 6 de marzo de 2008. Estas sentencias abriron o camiño a posteriores litixios que reclamen responsabilidade patrimonial á Xunta de Galicia polo efecto negativo causado por dita suspensión⁵⁰. Porén, o TS dificultou esta vía de compensación económica en 2016, ao ratificar a legalidade da anulación do concurso eólico do bipartito. Neste sentido, a sentenza do TS⁵¹ de 30 de marzo de 2016 desestimou o recurso contencioso-administrativo presentado por Enerxías Renovables de Galicia ante unha sentenza previa do TSXG. Nel, a parte recorrente solicitaba que se declarase ilegal a anulación do concurso eólico do goberno do bipartito, posto que argumentaba que a Xunta anulou de forma retroactiva un dereito adquirido para explotar a potencia instalada que lle foi aprobada no concurso eólico do bipartito. Non obstante, o TS entende que os adxudicatarios tan só superaron unha primeira fase, e aínda non posuían a autorización administrativa para explotar o recurso eólico. Asemade, o mesmo tribunal afirmou que dita anulación do concurso eólico sostíñase legalmente porque a Xunta estaba tramitando un anteproxecto de lei (a Lei 8/2009) que era notoriamente diferente á lexislación previamente promulgada polo anterior executivo autonómico. Polo tanto, a anulación do concurso tamén se xustificou para que non entrase en contradición coa normativa vixente.

A última normativa de aproveitamento eólico vixente en Galicia é a Lei 8/2009, supoñendo un punto de inflexión co anterior real decreto, posto que non contempla explicitamente a participación de capital público nas sociedades propietarias de parques eólicos. Deste xeito, arguméntase que, no aspecto legal, o sector eléctrico é de libre iniciativa empresarial e que a participación pública implica a toma de decisións en moitos consellos de administracións, actividades que se consideran alleas ao propio funcionamento da administración. Porén, cómpre sinalar que a participación pública en sociedades mercantís que se consideran estratéxicas é unha constante nos Estados modernos dende a Segunda Guerra Mundial, especialmente no eido do desenvolvemento das enerxías, tanto convencionais como renovables. Por outra banda, aínda que a Lei 54/1997, do 27 de novembro, do Sector Eléctrico, fala da libre iniciativa empresarial, o propio TS (como resalta a Xunta na exposición de motivos) expresa que

⁵⁰ Constitúen exemplos de reclamacións de responsabilidade patrimonial nesta materia o interposto por Cupa Renovables S.L.U.; Eólica de Fontefría S.L.; Coto Coriscos S.L. e Alto da Moneda S.L. (STSXG de 16 setembro 2015; JUR\2015\232707); así como o interposto por Hidrofreixa Eólica S.L. (STSXG de 7 outubro 2015; JUR\2015\238164).

⁵¹ STS de 30 marzo 2016; JUR\2016\1439.

o sector eléctrico ten que ser un sector regulado e, sobre todo, con certa intervención pública. A intervención pública pódese instrumentalizar de diferentes formas, como a regulatoria, a empresarial ou a orzamentaria (vía gasto ou ingreso).

Outra novidade importante nesta lei é o establecemento do Canon Eólico debido á necesidade de internalizar na produción de electricidade os custos medio ambientais derivados da construción dos aerogeradores (servidumes, infraestruturas varias, etc.), polo que constitúen compensacións para certas zonas territoriais que soportan os parques eólicos. Este tipo de instrumento de política enerxética analizarase detidamente na epígrafe tres. A partir da Lei 8/2009, o goberno autonómico promoveu un novo concurso eólico, ao amparo da Orde do 29 de marzo de 2010, na que se aprobaron 2.325 novos megavatios. Dado o contexto económico xeral de volatilidade e a inestabilidade sectorial, diversos axentes beneficiarios da poxa renunciaron aos proxectos aprobados e apenas ningún axente instalou a nova potencia proxectada.

3. O desenvolvemento eólico no contexto da política industrial e enerxética en Galicia

En España, a competencia para autorizar instalacións eléctricas que afecten unicamente a unha comunidade autónoma reside nos gobernos autonómicos (Bacigalupo, 2010). Neste sentido, a enerxía eólica non constitúe unha excepción e foi obxecto de regulación pola Xunta de Galicia. Deste modo, á lexislación estatal cómpre sumarlle o marco autonómico, que pode ter unha serie de efectos para fomentar ou inhibir o desenvolvemento sectorial. A planificación espacial, os concursos eólicos e os plans industriais ou a tributación das instalacións, entre outros aspectos esenciais, constitúen responsabilidades da administración autonómica. Nesta epígrafe analízanse os principais instrumentos implementados no eido da enerxía eólica, cunha especial énfase na figura dos Plans Eólicos Estratéxicos, destacando os Parques Eólicos Singulares, así como no Canon Eólico e o Fondo de Compensación Ambiental. En relación a estes instrumentos, estúdanse as principais características, evolución e os seus efectos no desenvolvemento sectorial.

3.1. Os Plans Eólicos Estratéxicos e os Plans Eólicos Empresariais

O Plan Eólico Estratéxico naceu ao amparo do Decreto 205/1995, coma un instrumento encargado da planificación, dentro do territorio galego, de dous ou máis parques eólicos. Así mesmo, este instrumento tamén xestionaría as instalacións de industria auxiliar, ligados a un mesmo promotor. Existía a obrigatoriedade de presentar á administración un programa de investimentos plurianuais, cuxo fin era mostrar o carácter innovador do sector, así como o seu efecto na planificación enerxética sectorial, no tecido industrial e no desenvolvemento económico rexional e local. No Decreto 302/2001 cámbiase o termo e pasa a falarse de Plans Eólicos Empresariais –en adiante, PEEs-.

Neste sentido, cómpre sinalar que un PEE non é o mesmo que un parque eólico, posto que o primeiro constitúe unha figura administrativa que, tras a aprobación, lle confire uns dereitos⁵² e unha serie de obrigas⁵³. Polo tanto, un PEE implica unha planificación integral dos recursos eólicos dentro dunha zona determinada. Non obstante, a autorización dun parque eólico, que constitúe un proceso administrativo independente á aprobación dun PEE, provoca a explotación directa dos recursos eólicos, seguindo as premisas estipuladas no PEE no que se sitúa. Neste sentido, se un axente económico quere ser titular de máis dun parque eólico ten que constituírse tamén como promotor do PEE.

De seguido analizaranse os elementos fundamentais dun PEE, que se rexen polo Decreto 205/1995, como se resaltou na epígrafe anterior, porque todos foron aprobados anteriormente ou estaban en vías de tramitación cando se promulgou o seguinte decreto sobre o aproveitamento eólico en Galicia (disposición transitoria segunda do Decreto 302/2001). Porén, comparárase con este último decreto para mostrar os cambios que se reflicten, fundamentalmente, nunha maior transparencia nos trámites e un maior seguimento dos proxectos.

⁵² Entre os que cabe mencionar a exclusividade de explotación eólica dentro dun prazo determinado.

⁵³ Entre as que destacan o deber de instalar unha determinada potencia, realizar certos investimentos en investigación eólica e, promover un plan industrial propio.

3.1.1. Dereitos dos promotores de PEEs

No Decreto 205/1995 estipúlanse dous tipos de dereitos para as entidades que foron beneficiarias das aprobacións de PEEs (artigo 8):

- Investigación da área nos termos contidos na aprobación administrativa do plan. Este dereito consiste no estudo detallado da área delimitada pola aprobación do Plan, que é un conxunto de áreas poligonais delimitadas por coordenadas UTM⁵⁴. O principal obxectivo é analizar o potencial eólico. Non obstante, o resultado destas investigacións non pode ser apropiado polo promotor, senón que debe facilitarse á Xunta de Galicia.
- Dereito preferente, na área aprobada, á autorización de instalacións para aproveitamento da enerxía eólica contidas no plan eólico estratéxico, no caso de existir proxectos en competencia. O Decreto 302/2001 engade unha novidade e un requisito no dereito de explotación eólica en exclusiva. Así, sinálase que o promotor tamén ten o dereito a que se lle recoñezan ampliacións ou modificacións dos PEEs anteriormente aprobados. De feito, foron bastante habituais diferentes ampliacións e modificacións ao longo da vida dos PEEs. Finalmente, este Decreto estipula un requisito que anteriormente non existía en relación ao dereito en exclusiva á autorización de parques eólicos durante a vida do PEE: o promotor ten que cumprir coas actuacións previstas no PEE; e que a implantación dos parques eólicos previstos siga a planificación do plan tecnolóxico industrial presentado polo promotor no momento da aprobación (examinarase máis detidamente este aspecto na subepígrafe 3.1.2, ao comentar as obrigas dos promotores). Así pois, o Decreto de 2001 afonda máis no aspecto legal do control e seguimento das actuacións dos promotores, aínda que na práctica os incumprimentos das obrigas son habituais nos 18 PEEs, pola falta de medios e instrumentos axeitados de control.

⁵⁴ Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator.

3.1.2. Obrigas dos titulares dos PEEs

Segundo o artigo 5 do Decreto 205/1995, os titulares dos PEEs teñen unha serie de obrigas tras a aprobación do Plan⁵⁵, que xiran arredor dun programa de actuacións, sinalando os investimentos anuais, que se deben executar por un mínimo de dous anos e un máximo de dez:

- Deben realizar investigación eólica dentro da área correspondente a cada Plan e poñer en coñecemento da Xunta os resultados obtidos. Ademais, é necesario especificar os investimentos que se ten previsto realizar e as potencias brutas que se investigarán.
- En relación co anteriormente exposto, ademais da investigación, o promotor está obrigado a desenvolver unha potencia determinada en MW (artigo 5.1.1.c).
- En tódalas resolucións aprobadas de PEEs instase ao promotor a executar un plan de investimento, no que unha porcentaxe determinada en cada resolución, dependendo do plan industrial específico de cada proxecto, sexa efectuada con empresas galegas. Asemade, especifícase outra parte dos investimentos en compoñentes dos aeroxeradores, que se deben mercar a empresas radicadas en territorio galego (Simón et al., 2010). Débese sinalar que este último punto é moi importante, posto que as compoñentes dos muíños eólicos teñen un alto valor engadido; e a obrigatoriedade de mercalos en Galicia poderíase converter nun instrumento de política industrial clave para a construción dun tecido industrial especializado e punteiro.
- O promotor ten que implementar un plan tecnolóxico-industrial asociado coa súa actividade principal, segundo o que establece o artigo 5.3. Neste sentido, sinálase que se valorará positivamente o desenvolvemento de tecnoloxías propias, a creación de infraestruturas enerxéticas rexionais e o emprego directo e indirecto asociado ao desenvolvemento do proxecto. Se o promotor do Plan correspondente non é, á vez fabricante de compoñentes, deberá asumir o plan industrial-tecnolóxico do correspondente provedor.

Pola súa banda, o Decreto 302/2001, no artigo 7, desenvolve con máis detalle as obrigas e engade máis capacidades que debe ter o promotor para que se lle aprobe un PEE. Neste sentido, sinálase explicitamente a capacidade financeira e técnica,

⁵⁵ De feito, o artigo 9 estipula que a aprobación dun PEE é vinculante tanto para o promotor como para a Administración.

explicando que tecnoloxías e que instrumentos vai aplicar en tódalas fases, dende a investigación eólica ata o plan industrial.

3.1.3. Principais eivas no desenvolvemento do sector eólico en Galicia

Os PEEs constituíron o principal instrumento polo cal se desenvolveu a potencia eólica en Galicia, polo que é crucial analizar o seu desempeño durante a súa vixencia. Na avaliación do funcionamento dos PEEs, identificáronse unha serie de eivas que poden dificultar o desempeño dos diferentes axentes, o cumprimento dos obxectivos propostos, así como o desenvolvemento sectorial xeral. Deste modo, analízanse as dúas principais deficiencias que presentaron os PEEs: a concentración de adxudicatarios dos parques eólicos e a falta de cumprimento dos compromisos asumidos. Asemade, identifícanse as principais características e eivas dos Parques Eólicos Singulares (PES), instrumento complementario aos PEEs e desenvolvido no Decreto 302/2001, coa finalidade de favorecer a socialización dos beneficios do negocio eólico.

3.1.3.1. Concentración de adxudicatarios de parques eólicos. Limitación ao desenvolvemento de certas zonas

Na parte de dereitos conferidos aos promotores de PEEs, a resolución de aprobación do Plan establece o dereito de explotación en exclusiva do potencial eólico nas zonas delimitadas. Isto provocou, subsidiariamente, un efecto pernicioso: os promotores eran, na súa ampla maioría, os únicos autorizados administrativamente para o aproveitamento eólico. Ademais, logo de rematar a vixencia deste dereito⁵⁶ eran principalmente promotores os beneficiarios das autorizacións de parques eólicos. A modo de exemplo, na Orde do 31 de xaneiro de 2002 admitíronse 358,85 MW dos cales 343,85 MW eran de promotores de PEEs, arredor do 95,82% do total da potencia (Simón et al., 2010).

Esta situación causa que poucos axentes económicos interveñan no desenvolvemento desta tecnoloxía e, polo tanto, participen dos beneficios. Desta forma, o fenómeno non é tan global a nivel social nin tampouco os seus efectos xeográficos.

⁵⁶ A data de caducidade deste dereito depende de cada resolución de aprobación.

Ademais, un factor clave no crecemento das enerxías renovables, como é o apoio social xeral ao desenvolvemento desta tecnoloxía (a identificación social), é menor ante a falta de pluralidade, porque se percibe que o fenómeno afecta a uns poucos seleccionados.

Non obstante, no marco normativo esíxese aos solicitantes de parques eólicos certa capacidade financeira e técnica para o desenvolvemento dos proxectos. Este requisito xustifícase para que se poidan desenvolver correctamente os investimentos, seleccionando para iso aos mellores aspirantes (aínda que é habitual encontrarse a empresas de sectores totalmente alleos ao sector eólico participando nos concursos eólicos). Non obstante, unha concentración excesiva das adxudicacións provoca un círculo vicioso no que os mellores candidatos son sempre os xa establecidos no sector, impedindo o acceso, polo tanto, a novos aspirantes.

Neste sentido, os titulares de PEEs representaban o 94,2% do total da potencia instalada en setembro de 2009; mentres que o 5,2% corresponde a aqueles promotores que non son titulares de PEEs. O restante 0,68% corresponde aos Parques Eólicos Singulares, figura introducida polo Decreto 302/2001 (actualmente derogada). A tendencia para os anos seguintes oríentase cara unha lixeira redución desa concentración, se ben se manterá en niveis elevados (para situarse por debaixo do 90%) (Simón et al., 2010).

Asemade, nos PEEs nos que non se estaban a cumprir as obrigas de instalar unha certa potencia no prazo establecido, tampouco se estaba dando opción a outros axentes para participar, o que fixo que apareceran as chamadas zonas presas (Simón et al., 2010): áreas nas que, debido á dinámica empresarial ou á conxuntura económica, o promotor non realiza os investimentos necesarios, pero tampouco deixa que outros participen. Este problema é máis serio que a propia concentración, porque implica que a nivel agregado, a potencia instalada non aumenta, limitando o crecemento da enerxía eólica e os desenvolvementos industriais asociados.

3.1.3.2. Incumprimento dos compromisos asumidos

Os compromisos asumidos polos promotores de PEEs foron os tres primeiros que se establecían no apartado de obrigas: realizar investigación eólica, comprometerse a instalar unha determinada potencia nunha zona específica e efectuar uns investimentos determinados, sendo unha parte deles con empresas galegas.

O cumprimento destas condicións non só é importante para o futuro desenvolvemento da enerxía eólica ou para lograr os obxectivos fixados na política enerxética (medio ambientais, seguridade do abastecemento ou redución da dependencia enerxética), senón que tamén ten un efecto significativo no desenvolvemento industrial e na creación de emprego.

A Táboa 14 sintetiza o nivel de cumprimento, en termos xerais, das distintas obrigas que asumen os promotores dos PEEs en Galicia. Apréciase un incumprimento xeral dos compromisos adquiridos e publicados no DOG. O incumprimento máis importante refírese á potencia instalada, posto que lastra o desenvolvemento do sector (efectos notables no sector industrial e na creación de emprego); e provoca que non se acaden os obxectivos fixados na política enerxética. A causa deste retraso habería que buscala na configuración da planificación eólica no territorio galego. Así, a alta concentración das autorizacións de parques eólicos a promotores de PEEs impide que entren novos axentes; e os frecuentes cambios normativos -dúas normas contrapostas nun intervalo temporal reducido- ou no sistema retributivo da enerxía eólica (competencia estatal, que pode provocar que non sexa rendible a explotación eólica) engaden incerteza.

Táboa 14. Obrigas dos promotores de PEEs e síntese do seu nivel de cumprimento

Obrigas	Estado de cumprimento
Investigación eólica	Os compromisos cuantitativos varían moito entre promotores, en función da superficie ou da potencia prevista Débese supoñer que se realizaron os estudos, porque senón non se sabería o potencial eólico En canto aos informes trimestrais remitidos polos promotores á Xunta, non existe evidencia que permita a avaliación dos investimentos nesta variable
Potencia asignada	Ningún dos 18 promotores de PEEs cumpriron con este criterio Ampliando o prazo estipulado no DOG ata setembro do 2009 e considerando tamén os MW autorizados, non se chega ao 100% da potencia estipulada no total de resolucións de aprobación (87%, setembro 2009)
Plan de investimentos	Ningún dos promotores chegou ata o obxectivo de investimentos globais fixado no DOG. Corrixindo o dato en función da potencia instalada en setembro do 2009-repartindo o investimento programado en función da potencia instalada- tampouco cumpren ⁵⁷ O investimento total comprometido con empresas galegas corrixido e aplicando a porcentaxe do plan tecnolóxico correspondente, ten un valor real inferior nun 9,2% ao comprometido. No caso dos aeroxeradores, o incumprimento cífrase no 7,5%

Fonte: Simón et al. (2010)

⁵⁷ Hai que sinalar que o custo unitario de instalación do MW foi decrecente por motivo de mellora tecnolóxica.

No tema dos investimentos, a tecnoloxía no campo eólico avanzou moito, o que supuxo unha redución dos custos unitarios. Esta sería a principal razón do incumprimento desta obriga, posto que os custos unitarios réxense polas condicións de mercado e non sería positiva unha intervención gobernamental neste eido, pois podería reducir a rendibilidade. Analogamente, en canto aos investimentos na investigación eólica, debe supoñerse que se realizaron e, ademais, dunha forma rendible, debido a que é unha condición necesaria para que un parque eólico poida explotar o potencial eólico en condicións de mercado, xa que dependen da cantidade de enerxía vertida á rede para obter un prezo por ela e acadar a prima ou tarifa regulada correspondente.

3.1.3.3. Socialización dos beneficios. Os Parques Eólicos Singulares (PES)

Dende o Decreto 302/2001, os lexisladores intentaron que o impulso da enerxía eólica en Galicia beneficiase a zonas xeográficas deprimidas, con pouca presenza de tecido empresarial e, que englobase a tódalas entidades radicadas nelas, como poden ser concellos, empresas ou comunidades veciñais. Desta forma, o desenvolvemento desta tecnoloxía podería ser un instrumento de política de cohesión rexional e, ademais, permitiría mellorar a valoración social ao incrementar os partícipes dos beneficios da enerxía eólica. Neste sentido, como xa se sinalou anteriormente, a concentración de adxudicatarios nas autorizacións de parques eólicos prexudica seriamente a consecución deste obxectivo. Isto, en definitiva, consiste en mudar os obxectivos produtivistas centrados no obxectivo de acadar unha cifra total de potencia instalada para un ano determinado e fixar outros que consideren en maior medida os seus efectos na economía rexional e o impacto medio ambiental.

Neste sentido, estes intentos de globalizar os beneficios comezaron coa figura dos PES e chegaron ata a actualidade co canon eólico (Lei 8/2009), figura controvertida que será obxecto de análise na seguinte subepígrafe.

Segundo o artigo 2 do Decreto 302/2001, os PES son aqueles parques eólicos que se destinan ao autoconsumo da enerxía producida nel, e que poden ser de titularidade municipal, industrial ou de servizos. Asemade, tamén terán esta

consideración aqueles parques eólicos que garantan a calidade do subministro ás PEMEs distribuidoras de enerxía no medio rural de Galicia.

Por outra banda, segundo o artigo 21, os PES teñen que reunir unha serie de características, que se sinalan a continuación:

- A instalación debe ter unha potencia inferior a 3 MW;
- Nos parques destinados ao autoconsumo débese xustificar que o 30% da enerxía producida se dedica a este obxectivo. No suposto de parques municipais só se debe acreditar o 10%;
- Nos parques destinados á mellora do subministro ás PEMEs distribuídas, non se debe superar, en máis dun 50%, a produción necesaria para satisfacer a estas empresas;
- A evacuación da enerxía producida deberá realizarse a través de redes de tensión máxima 20/kv.

Porén, como se pode apreciar na Táboa 15, a incidencia dos PES foi moi pequena no sector eólico galego. Tomouse como referencia o ano 2010, posto que foi ata ese ano cando se instalaron a meirande parte dos parques eólicos singulares, polo que serve como termómetro da súa penetración no mercado.

Táboa 15. Potencia instalada total, PES e PES de titularidade municipal no ano 2010

	Potencia instalada en MW
Potencia instalada total (agosto 2010)	3.303,33
Parques Eólicos Singulares	26,90
PES (titularidade municipal directa)	2,4

Fonte: Elaboración propia a partir de datos do RIPRE (2015) e INEGA (2014b)

O Rexistro de Instalacións de Producción en Réxime Especial (RIPRE) constitúe unha base de datos de suma importancia como indicador da potencia instalada, posto que o Real Decreto 661/2007 estipulaba a obrigatoriedade de inscrición para tódalas instalacións autorizadas⁵⁸. Neste sentido, os PES só representan o 0,8% do total de potencia instalada a data de agosto de 2010 coas cifras do INEGA e do RIPRE. Esta cifra mostra unha imaxe clara da escasa incidencia desta proposta no sector enerxético galego, posto que os PES estiveron vixentes dende finais do 2001 ata finais de 2007,

⁵⁸ O Real Decreto 413/2014 suprimiu o réxime especial e deu paso ao réxime retributivo específico.

cando foron derogados polo Decreto 242/2007. De feito, o primeiro Parque Eólico Singular que entrou en funcionamento foi en 2004, sendo o seu propietario a empresa téxtil INDITEX

Por outra banda, a presenza de entes municipais de forma directa sería, a priori, o método con maior impacto recadatorio para as arcas públicas, fronte á concesión ou á participación en sociedades mixtas. Porén, este tipo de participación dos entes locais foi moi reducida, posto que tan só o Concello de As Neves é titular, directamente, dun parque con 2,4 MW, que representa o 8,9% da potencia total dos PES. Todo isto indica claramente que o obxectivo de que participasen outros actores, diferentes das grandes corporacións, no mercado da enerxía eólica non se acadou. Asemade, o propósito de que participasen as corporacións locais para que houbera un factor redistributivo a nivel local afastouse.

Desa forma, debe especificarse, dunha forma sintética, a razón pola que se produciu este fracaso. Fundamentalmente, vén explicada polo límite de 3 MW de potencia, posto que os parques eólicos que estaban entrando en funcionamento nos anos comprendidos entre 2000 e 2004 (entre a redacción do decreto e os primeiros anos de entrada en vigor) tiñan na súa inmensa maioría máis de 15 MW de potencia instalada; é dicir, cinco veces máis que o límite fixado no Decreto. Isto provoca que non se aproveitasen as economías de escala, posto que se fixou un tamaño máximo por instalación netamente inferior ao imperante baixo condicións de mercado.

Por outra banda, o obxectivo do autoconsumo cumprírase sempre se os promotores dos PES conectaran as diversas instalacións á rede de baixa tensión sinalada no DOG, posto que é a que abastece aos núcleos locais do rural. En definitiva, a falta de planificación no deseño e implementación dos instrumentos pode explicar a desconexión entre os obxectivos propostos e os resultados obtidos. Dada a súa baixa efectividade, os PES desempeñaron un papel secundario na socialización dos beneficios do negocio eólico en Galicia.

3.2. O Canon Eólico e o Fondo de Compensación Ambiental: recadación e investimento

A principal novidade que introduce a Lei 8/2009, que derogou o Decreto 242/2007, é o establecemento de dous instrumentos de política enerxética e medio

ambiental: o Canon Eólico e o Fondo de Compensación Ambiental. Trátase de dous instrumentos complementarios, posto que a primeira é un tributo que pretende gravar as externalidades negativas que se producen pola instalación dos parques eólicos; e a segunda constitúe unha partida conformada polas achegas do canon e que ten como finalidade a reparación e a ordenación do territorio onde se sitúan as instalacións eólicas.

No artigo 8 da Lei 8/2009, defínese o Canon Eólico como un ingreso de carácter compensatorio e, como prestación patrimonial de dereito público de natureza extrafiscal e real (que non ten en conta as particularidades específicas de cada suxeito pasivo). De acordo con iso, no artigo 9 indícase que a suma recadada, descontándose os custos de xestión, dedicarase ás áreas afectadas polos parques eólicos, sendo unha compensación desta actividade, chamándolle a este fondo, o Fondo de Compensación Ambiental. Neste aspecto, cómpre sinalar que o canon pode funcionar, tanto con carácter medio ambiental, coma de instrumento redistributivo a nivel rexional; posto que retraería parte dos beneficios dos promotores, e investiríalos en diversas infraestruturas necesarias nos concellos locais. Non obstante, os problemas aparecen, fundamentalmente, no feito imponible⁵⁹, a base imponible⁶⁰ e o tipo de gravame⁶¹. Neste sentido, o feito imponible é a instalación de parques eólicos, o que provoca un impacto medio ambiental, posto que ademais do impacto visual dos propios muíños de vento, hai que engadir o impacto terrestre das pistas de acceso, tendido eléctrico, infraestruturas de medición e de control e, en xeral, tódalas zonas de servidume, etc.

Porén, a base imponible está constituída só polo número de aeroxeradores, sen ter en conta as construcións complementarias. Iso, unido a que o tipo de gravame é crecente co número de muíños, provoca que non se teña en conta que os danos ao medio ambiente de todo tipo de modificación do entorno excluindo os muíños, son moi similares nunha instalación con 7 muíños e noutra con 10 (custos fixos medio ambientais). Por exemplo, se un parque conta con 3 aeroxeradores, a súa cota íntegra é cero, pero se son 4, ten que pagar 2.300 euros por aeroxerador -é dicir 9.200 € anuais- e, non polo que exceda do terceiro. Así sucede sucesivamente ao longo da escala de gravame, causando que por un incremento marxinal na potencia total dun parque, se pague unha cantidade total, moi superior que anteriormente. Non obstante, para mitigar

⁵⁹ Actividade pola cal nace a obriga de pagar o tributo.

⁶⁰ A cuantificación monetaria do feito imponible.

⁶¹ Porcentaxe aplicable á base imponible para calcular a cota íntegra.

este efecto tense en conta o efecto positivo da repotenciación⁶², mediante unha bonificación na base (artigo 16). Neste sentido, a repotenciación consiste na substitución total ou parcialmente dos aeroxeradores instalados por outros de maior potencia unitaria que, como resultado, se obteña unha redución do número de muíños. Esta bonificación consiste en que, se a redución non provoca cambio do tramo da base, aplicárase unha redución que será o resultado de multiplicar por 5 o número de aeroxeradores que se eliminaron. A repotenciación cobra gran importancia na actualidade, porque a tecnoloxía eólica é escenario de grandes cambios tecnolóxicos, nos que o crecemento da potencia unitaria e a redución dos custos unitarios son significativos.

Na actualidade, o papel que xoga o Canon Eólico no desenvolvemento da enerxía eólica en Galicia cobra maior relevancia, debido ao novo imposto estatal á xeración eléctrica. O efecto distorsionador no desenvolvemento desta fonte de enerxía renovable será, considerablemente máis salientable para os novos parques eólicos, debido ao fin do sistema de primas. Por esta razón, a propia motivación deste tributo tería un efecto negativo non esperado no sector, incrementando o efecto pernicioso da supresión das primas que pode afectar á viabilidade do concurso eólico do 2010 da administración autonómica. Deste modo, dadas as últimas tendencias nas políticas referidas ao réxime retributivo, cómpre unha nova configuración do canon eólico e, mesmo, unha paralización temporal.

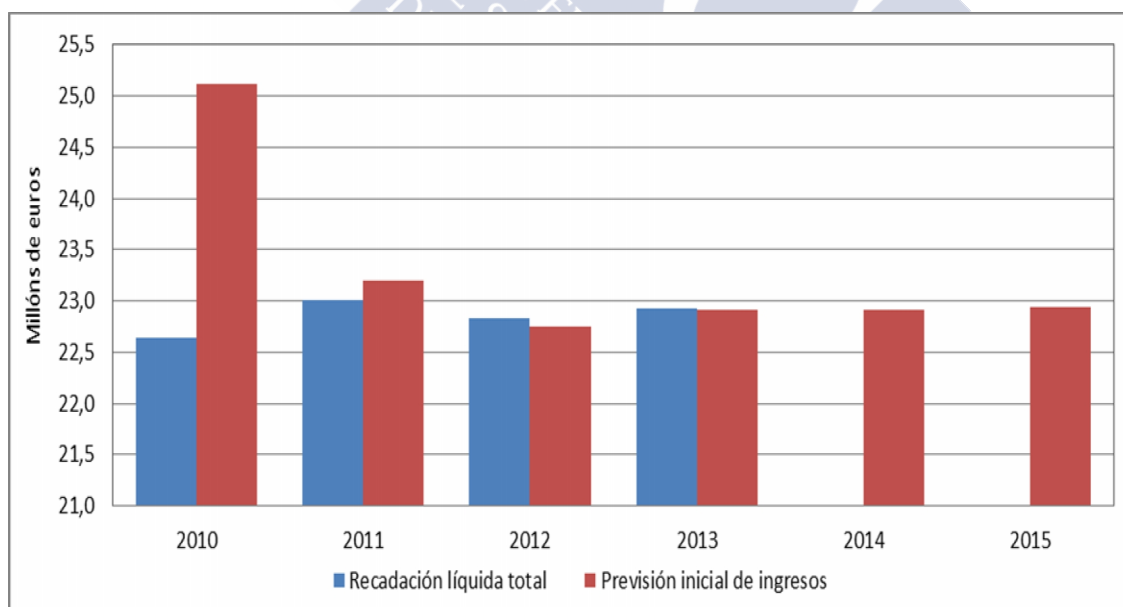
Nos artigos 23, 24, 25 e 26 da Lei 8/2009 régulase o Fondo de Compensación Ambiental. Este finánciase co Canon Eólico e destínase aos concellos nos que se sitúan os parques eólicos e as liñas de evacuación. Nese sentido, as actuacións principais nas que se centra o Fondo de Compensación son a preservación da biodiversidade e a súa posta en valor, así como o impulso da eficiencia e a utilización sustentable das enerxías renovables.

No ámbito da xestión, o Instituto Enerxético de Galicia (INEGA) constitúe o ente encargado da recadación do Canon. Pola súa banda, a Dirección Xeral competente en materia local da Consellería de Presidencia, Administracións Públicas e Xustiza encárgase da xestión do investimento ligado ao Fondo de Compensación Ambiental.

⁶² Ao amparo da Lei 8/2009, a Xunta de Galicia promulgou o Decreto 138/2010, do 5 de agosto (DOG nº155), no que se establecen o procedemento e as condicións técnico-administrativas para a autorización de proxectos de repotenciación de parques eólicos.

O Canon Eólico empezouse a esixir o 1 de xaneiro de 2010, polo que existen dispoñibles datos da recadación efectiva para os anos 2010-2013 e previsións iniciais de ingresos para 2010-2015, datos que se mostran na Figura 38. Pódese apreciar un desfase de dous millóns e medio de euros entre a previsión de ingresos e a recadación efectiva para o primeiro ano (2010); o que supón unha desviación negativa do 10%. Neste sentido, non só é relevante o propio feito e volume da desviación, senón sobre todo afondar nas posibles causas, que non se indican. E o volume da desviación sorprende máis, tendo en conta que a base imponible (número de aerogeradores) mantívose practicamente estable entre 2009 e 2010, cun crecemento da potencia instalada moi lixeiro. Desta forma, contando cos datos da potencia instalada e número de aerogeradores a finais de 2009, a desviación non debería ser moi ampla entre a previsión e a recadación final. Progresivamente, as previsións iniciais de ingresos e a recadación líquida total equipáranse, seguramente debido a unha maior experiencia co funcionamento do tributo. Os ingresos anuais polo Canon Eólico estabilízanse nunha cifra arredor dos 22,8 millóns de euros dende o ano 2012, dado que a potencia instalada acumulada apenas creceu nos últimos anos.

Figura 38. Ingresos (recadados e previsións) do Canon Eólico (2010-2015)



Fonte: Elaboración propia a partir de IGE (2015) e Consellería de Facenda (2015)

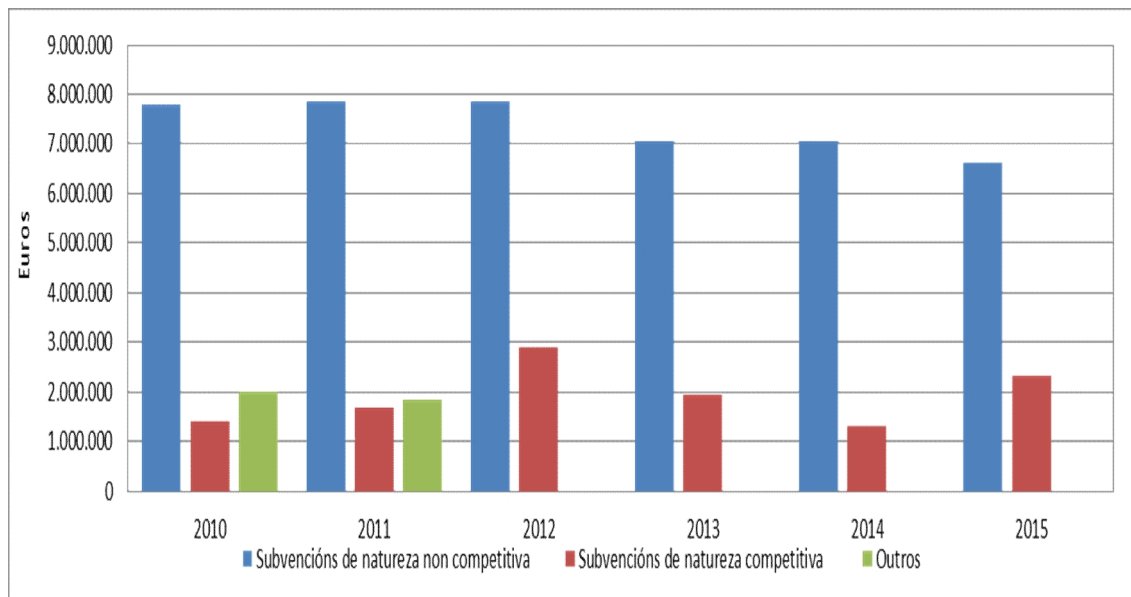
Por outra banda, as contías do Fondo de Compensación Ambiental derívanse da cifra recadada en concepto de Canon Eólico, descontándose os custos de xestión. Non

obstante, segundo a disposición final primeira da Lei 15/2010⁶³ que modifica o artigo 25 da Lei 8/2009, a lei anual de orzamentos poderá establecer criterios específicos de afectación da asignación inicial do Fondo, sen superar dita contía o 50% dos recursos dispoñibles. Neste sentido, as convocatorias anuais de subvencións reflicten dous tipos de concorrencias, as non competitivas e as competitivas. As primeiras destínanse aos concellos nos que se sitúan os aerogeneradores e os tendidos eléctricos vinculados aos parques eólicos. Pola contra, a convocatoria de subvencións competitivas repártese entre os demais entes locais de Galicia. Polo tanto, a maioría dos investimentos corresponden ás convocatorias non competitivas. Deste modo, as actuacións subvencionables deben ser creadoras de emprego e orientadas á conservación da biodiversidade e o uso eficiente das enerxías renovables. Asemade, debe mencionarse a existencia doutro tipo de subvencións vinculadas ao Fondo de natureza diversa para os anos 2010 e 2011. Desta forma, no ano 2010 dedicáronse un total de dous millóns de euros a investimentos de apoio a concellos que contan con corpos de policía local e protección civil, consistentes na cesión en propiedade de vehículos todoterreo para desenvolver actividades medio ambientais. Pola súa banda, a dotación desta rúbrica do ano 2011, integrada nos orzamentos da Dirección Xeral de Emerxencias e Interior, destínase á prevención, extinción e xestión de situación de sinistro ou risco. Nos anos sucesivos, esta partida intégrase nas subvencións competitivas e non competitivas.

A Figura 39 amosa as contías do Fondo de Compensación Ambiental desagregadas para cada rúbrica no período 2010-2015. As subvencións de natureza non competitiva presentan unha tendencia descendente durante os anos analizados, pasando de representar aproximadamente 7,8 millóns de euros anuais en 2010 a 6,6 millóns de euros dispoñibles en 2015. Pola súa banda, as subvencións de natureza competitiva amosan unha evolución máis errática, situándose nun máximo de case 2,9 millóns de euros en 2012 e nun mínimo de 1,3 millóns en 2014. Non obstante, a contía total dedicada do Fondo descendeu paulatinamente, dende os 11,2 millóns de 2010 ata os 8,9 millóns dispoñibles para as corporacións locais en 2015.

⁶³DOG. nº 250, de 28 de decembro.

Figura 39. Distribución dos investimentos iniciais do Fondo de Compensación Ambiental (2010-2015)



Fonte: Elaboración propia a partir da Orde do 25 de xuño de 2010 (D.O.G. n° 125), da Orde do 10 de febreiro de 2011 (D.O.G. n° 30), Orde do 4 de maio de 2012 (D.O.G. n° 87), Orde do 13 de maio de 2013 (D.O.G. n° 93), Orde do 29 de abril de 2014 (D.O.G. n° 82) e Orde do 27 de marzo de 2015 (D.O.G. n° 60)

Finalmente, cómpre mencionar que o Canon Eólico foi obxecto de disputa xudicial entre a Xunta de Galicia e os axentes do sector. Neste sentido, unha sentenza do Tribunal Supremo⁶⁴ (TS) desestimou un recurso de casación interposto por UNESA (Asociación Española da Industria Eléctrica) contra unha sentenza previa do Tribunal Superior de Xustiza de Galicia que avalaba a legalidade do Canon Eólico. UNESA consideraba que existía unha dobre imposición entre o Canon e os impostos de actividades económicas e o de bens inmobles. Asemade, esta asociación dubidaba que, este tributo de natureza extrafiscal, permitise unha maior protección do medio ambiente, posto que desincentiva á enerxía eólica que, á súa vez, ten un efecto beneficioso sobre a natureza. Por unha banda, o TS estima que non hai duplicidade entre o tributo autonómico e o imposto de bens inmobles, porque no primeiro o suxeito pasivo son os titulares da explotación do parque eólico, aínda que non o sexan da autorización administrativa para instalalos ou dos aerogeradores. Asemade, a base imponible do Canon Eólico calcúlase a partir do número de aerogeradores, independentemente do valor catastral, como é o caso do imposto de bens inmobles. Por outra banda, en relación ao gravame autonómico e o de actividades económicas, o TS indica que a Lei 8/2009 non motiva suficientemente a correlación entre número de aerogeradores e

⁶⁴ STS de 1 decembro 2015; JUR\2015\307828.

impacto visual; e desta forma, desvincula o Canon da imposición sobre a xeración de electricidade. Así, poderían xurdir dúbidas se a finalidade real do Canon sería realmente gravar dita xeración. Non obstante, mediante a análise do desempeño do Fondo de Compensación Ambiental, o TS atopa que existe unha clara finalidade ambiental e non só formal. Na mesma liña, outra sentenza do TS de 2011⁶⁵ desestimou un recurso contencioso-administrativo interposto pola Asociación Eólica de Galicia (EGA) contra a constitucionalidade do citado gravame. Neste recurso, a EGA destaca, ademais dos argumentos esgrimidos por UNESA, que o Canon Eólico só grava o número de aerogeradores polo seu impacto visual, pero non o resto de infraestruturas necesarias para a súa instalación e interconexión. Deste modo, sinalan que este nesgo supón unha desvantaxe para os produtores de enerxía eléctrica procedente do vento. O TS alude que outras enerxías tamén están gravadas en Galicia polo seu impacto medio ambiental (auga represada). En canto á duplicidade cos impostos de bens inmobles e o de actividades económicas, dito tribunal resolve no mesmo sentido que na sentenza do recurso de UNESA.

4. O tecido empresarial no sector eólico galego

En calquera sector económico existe unha ampla diversidade de axentes que se integran en varias cadeas de valor, configurando, no seu conxunto, un sistema de valor. Desta forma, o sector eólico non é unha excepción, estruturándose, por unha parte, no segmento vinculado ao sector industrial (fabricación de aerogeradores, compoñentes e material eléctrico) e no sector servizos, relacionado con actividades como poden ser consultaría e enxeñaría, servizos de I+D ou a propia promoción de parques eólicos. As actividades industriais e de servizos relativas á posta en funcionamento dun parque caracterízanse polos seus efectos temporais na economía, posto que están estreitamente vinculadas á instalación de nova potencia. Estas actividades inclúen as industrias (fabricación e deseño de aerogeradores), e unha parte dos servizos (principalmente construción civil, instalación e unha parte da consultaría). Desta forma, a maiores incrementos da potencia instalada, maior será a demanda de aerogeradores e, polo tanto, de compoñentes. Isto, á súa vez, repercutirá no resto da economía debido aos efectos de arrastre. Pola súa contra, os servizos vinculados coa operación e mantemento dos

⁶⁵ STS de 27 novembro 2015; JUR\2015\292089.

parques eólicos, así como a propia produción de electricidade, caracterízanse polo seu efecto permanente na economía; xa que, sempre e cando a instalación estea en funcionamento, requirirá duns servizos para o seu correcto desempeño.

Ademais da propia estrutura e natureza dos axentes é determinante identificar as principais interaccións entre eles e o entorno. Todo isto configura un sistema que pode tender á consolidación e maduración ou ao declive, dependendo da fortaleza das diferentes partes e dos graos de integración, tanto coa economía rexional como co exterior. Por esta razón, nesta epígrafe analízase o conxunto de axentes presentes no sector eólico galego e as súas relacións, así como o grao de desenvolvemento e competitividade que presentan. Deste modo, esta diagnose facilitará o posterior deseño de políticas públicas que corrixan as posibles eivas no desenvolvemento sectorial.

4.1. Metodoloxía de análise do tecido empresarial sectorial

Nesta epígrafe expónse a metodoloxía de análise do tecido empresarial do sector eólico galego. En primeiro lugar, clasificáronse os principais axentes en subsectores seguindo a cadea de valor e o ciclo de vida do sector (EWEA, 2009; Lema et al., 2011). Deste modo, identificáronse os seguintes subsectores:

1. Promotores e propietarios de parques eólicos;
2. Empresas de consultaría e enxeñaría;
3. Fabricantes de compoñentes do aerogenerador;
4. Empresas dedicadas á construción civil;
5. Empresas especializadas na fabricación e instalación da infraestrutura eléctrica;
6. Empresas dedicadas á instalación, operación e mantemento de parques eólicos.

Asemade, engádese un sétimo tipo de axentes debido ao seu papel de coordinación e promoción sectorial: as asociacións sectoriais. Tendo en conta a dimensión deste capítulo e a existencia de estudos que xa examinan algúns destes elementos, o obxectivo céntrase na cadea industrial e de servizos.

Os distintos axentes que se identifican en cada subsector posúen a sede ou unha delegación en Galicia. Este criterio de localización baséase na proximidade xeográfica, posto que a presenza física no territorio galego promovería maiores vinculacións

verticais e horizontais co resto de axentes. Asemade, a súa selección baseouse nos censos da Asociación Eólica de Galicia (EGA), da Asociación Empresarial Eólica (AEE), do Instituto Enerxético de Galicia (INEGA) e da Asociación de Industriais Metalúrxicos de Galicia (ASIME). Porén, foi necesario realizar un filtrado dos datos debido a que en ocasións non están actualizados ou consideran a almacenaxe de compoñentes unha actividade manufacturera. Igualmente, como noutros subsectores, nos últimos anos houbo fusións entre empresas, así como liquidacións.

Para analizar os subsectores empresariais emprégase a información da base de datos SABI⁶⁶, así como do Informe Ardán⁶⁷ publicado polo Consorcio da Zona Franca de Vigo. Unha parte relevante destes axentes, ademais das súas actividades vinculadas ao sector eólico, realizan outras que abranguen un amplo abano non estritamente relacionado coas cadeas de valor deste sector. Os datos económico-financeiros dos principais axentes da cadea de valor constitúen unha primeira aproximación ao impacto económico e da evolución sectorial. Así mesmo, non se pode diferenciar a orixe dos fluxos financeiros e das cifras de emprego, polo que unha parte destas procederá de fóra de Galicia. Por último, para evitar a reiteración de información, no caso das empresas que realizan actividades en varios segmentos, os seus datos indicaranse só nun deles, en concreto, no que é máis relevante para esa entidade.

Na análise de cada subsector, escóllense a evolución temporal das variables de emprego, ingresos de explotación e resultados do exercicio para cada empresa. Non obstante, para os promotores e propietarios de parques eólicos tan só se mostra a potencia instalada acumulada de cada un, posto que constitúen grandes conglomerados empresarias coa gran maioría da súa actividade económica xerada fóra de Galicia. Deste modo, a análise da potencia instalada acumulada en relación ao promotor pode facilitar o estudo da distribución do mercado galego e identificar aos principais axentes. En relación ao horizonte temporal analizado, inténtase realizar o estudo máis amplo posible en función da dispoñibilidade de información das bases de datos empregadas.

⁶⁶ A base de datos SABI inclúe información económico-financeira de máis de dous millóns de empresas españolas. En particular, esta base de datos facilita información sobre o perfil financeiro e número de empregados, o balance de situación e a conta de perdas e ganancias, así como ratios de rendibilidade financeira e a propiedade do capital social.

⁶⁷ O Informe Ardán recolle a información económico-financeira das 20.000 empresas galegas de maior facturación. Neste sentido, subministra información sobre o tipo de actividade de cada empresa (segundo clasificación CNAE), datos económicos como os ingresos de explotación ou o valor engadido, así como os indicadores ARDÁN que miden o rendemento, a xeración de riqueza ou o grao de internacionalización.

4.2. Principais axentes no sector da enerxía eólica

A nivel empresarial, poden identificarse diferentes tipos de axentes, dependendo das súas principais actividades e modelos de negocio. Porén, existe a posibilidade dun solapamento entre dúas ou máis actividades do sector, posto que é habitual a integración vertical, caracterizada polo desenvolvemento simultáneo de dúas ou máis actividades ao longo da cadea de valor. Por exemplo, existen empresas que son fabricantes de compoñentes e tamén promotores, ou fabricantes de compoñentes eléctricos, etc. Deste xeito, para realizar a análise sectorial dende un enfoque sistémico e evolucionista identificáronse os posibles subsectores presentes, que se enumeran a continuación:

- Consultaría/Enxeñaría;
- Empresas fabricantes de aerogeneradores;
- Empresas fabricantes de compoñentes;
- Empresas de obra civil;
- Empresas dedicadas a traballos eléctricos;
- Instalación, operación e mantemento de parques eólicos;
- Promotores de parques eólicos;
- Empresas enerxéticas/Operadores do sistema eléctrico;
- Empresas de I+D do sector eólico;
- Empresas financeiras dedicadas á asistencia de empresas do sector eólico.

Ademais, existen outros elementos distintos das empresas que poden xogar un papel esencial no sector, como son os seguintes:

- Universidades e grupos de investigación en enerxía eólica;
- Centros tecnolóxicos (públicos ou privados);
- Asociacións profesionais e organizacións empresariais;
- Propietarios de terreos e asociacións de propietarios⁶⁸.

Outro axente relevante neste sector é o sector público, que entre outras funcións, implementa o marco normativo, polo que constitúe un provedor de institucións formais.

⁶⁸ Para información sobre este axente, consultar Regueiro, R.; Doldán, X.R.; Chas, M.L. (2009): “Las implicaciones de las políticas sectoriales en la problemática de la valoración de los terrenos forestales en el proceso de implantación de los parques eólicos en Galicia”, *IX Jornadas de Política Económica*. Granada.

Debe terse en conta que os diferentes niveis de goberno (europeo, estatal, autonómico e local) afectan ao eido eólico. Así, a regulación do réxime retributivo constitúe unhas das principais competencias regulatorias do goberno central. Pola súa parte, o Estatuto de Autonomía atribúelle á Comunidade Autónoma de Galicia as competencias en materia de instalacións de produción, distribución e transporte de enerxía, no caso de que este transporte se limite ao seu territorio e o seu aproveitamento non afecte a outra comunidade autónoma. Ao mesmo tempo, dentro dun enfoque sistémico, débense mencionar as institucións informais como hábitos, rutinas ou normas (Edquist e Hommen, 2008).

Analizando o sector no territorio galego pódese comprobar que non existen fabricantes de aerogeradores, é dicir, empresas con tecnoloxía propia que deseñan modelos de aerogeradores e proceden directamente á fabricación dos diferentes elementos ou subcontratan estas tarefas a empresas fabricantes de compoñentes⁶⁹. Esta carencia tecnolóxica e de deseños propios provoca unha notable dependencia das patentes e licencias industriais estranxeiras. Estas relacións de dependencia tecnolóxica reducen os incentivos para a penetración no círculo de fabricantes de aerogeradores. Isto é debido a que as empresas fabricantes de compoñentes dependen totalmente dos pedidos dos primeiros e das súas licenzas, polo que os intentos de penetración poden implicar no curto prazo, a perda da carteira de clientes. Ademais e relacionado coa dependencia tecnolóxica, segundo os expertos consultados, os modelos de turbinas eólicas implantados en Galicia non teñen en conta as diferenzas nos réximes de ventos e de orografía, debido a que foron deseñados para outras condicións, o que causa diversos problemas de funcionamento e de desgaste. Isto último pode derivar nun menor aproveitamento eólico, se ben é compensando polo recurso primario, ao contar os parques galegos con máis horas de vento que a media española. De feito, os parques eólicos galegos sitúanse entre os máis eficientes do Estado, medindo o aproveitamento eólico como horas equivalentes de funcionamento (Regueiro, 2010)⁷⁰.

Neste sentido, o papel dun centro tecnolóxico, inexistente na actualidade, cobra gran importancia para actuar como impulsor de melloras tecnolóxicas neste eido e

⁶⁹ Dende comezos da segunda década deste século, a empresa luguesa Norvento está desenvolvendo e comercializando o seu propio modelo de turbina para o mercado da enerxía minieólica. Non obstante, non existen propiamente fabricantes de aerogeradores establecidos en Galicia, agás filiais de empresas como Gamesa ou Vestas, que fabrican algúns compoñentes.

⁷⁰ Enténdense as horas equivalentes de funcionamento como a relación entre KWh e potencia instalada.

lograr saír dun proceso de bloqueo ou *lock-in*, o que facilitaría pilotar traxectorias tecnolóxicas endóxeas e realizar tarefas de maior valor engadido.

Se o principal mercado de nova potencia instalada se despraza cara outras rexións afastadas, existe a posibilidade de desaparición das actividades con pautas máis tradicionais de fabricación. O factor xeográfico, representado pola dependencia dos procesos de autorizacións administrativas, convértese en determinante para a localización das fábricas desta tipoloxía de empresas. Os procesos de repotenciación, regulados en Galicia mediante o Decreto 138/2010, poderían reducir o efecto da restrición anterior, ofrecendo novas posibilidades no mercado interno a empresas galegas. Polo tanto, cómpre implementar neste campo, políticas tecnolóxicas que lideren a iniciativa fóra do ámbito puramente empresarial⁷¹, para poder salvar barreiras comerciais de curto prazo.

Nas seguintes subepígrafes analízanse os principais axentes empresariais en cada segmento da cadea de valor. En primeiro lugar e, seguindo a orde na cadea de valor, examínanse as empresas promotoras e propietarias de parques eólicos, xa que son os axentes, que co seu investimento, inician á cadea de valor. En segundo lugar, estúdanse as empresas do subsector da consultaría e enxeñaría, posto que realizan moitas tarefas preparatorias á instalación dun parque eólico. Posteriormente, analízanse as empresas fabricantes de compoñentes para o aeroxerador. A cuarta subepígrafe amosa as principais características das empresas dedicadas ás tarefas de construción civil. A quinta subepígrafe abordará as tendencias dos axentes encargados da fabricación e instalación da infraestrutura eléctrica. A continuación, examínanse conxuntamente as empresas dedicadas á instalación, operación e mantemento dos parques eólicos. Finalmente, serán obxecto de análise as principais asociacións profesionais que aglutinan aos anteriores axentes.

4.2.1. Empresas promotoras de parques eólicos en Galicia

As primeiras normativas autonómicas que regularon o desenvolvemento eólico en Galicia, estipulaban que a figura do promotor consistía no titular dos dereitos e

⁷¹ Debe mencionarse que existen modelos de desenvolvemento eólico cun forte desenvolvemento industrial e tecnolóxico, no que a variable potencia instalada non é determinante para explicar este crecemento, como é o caso de Navarra.

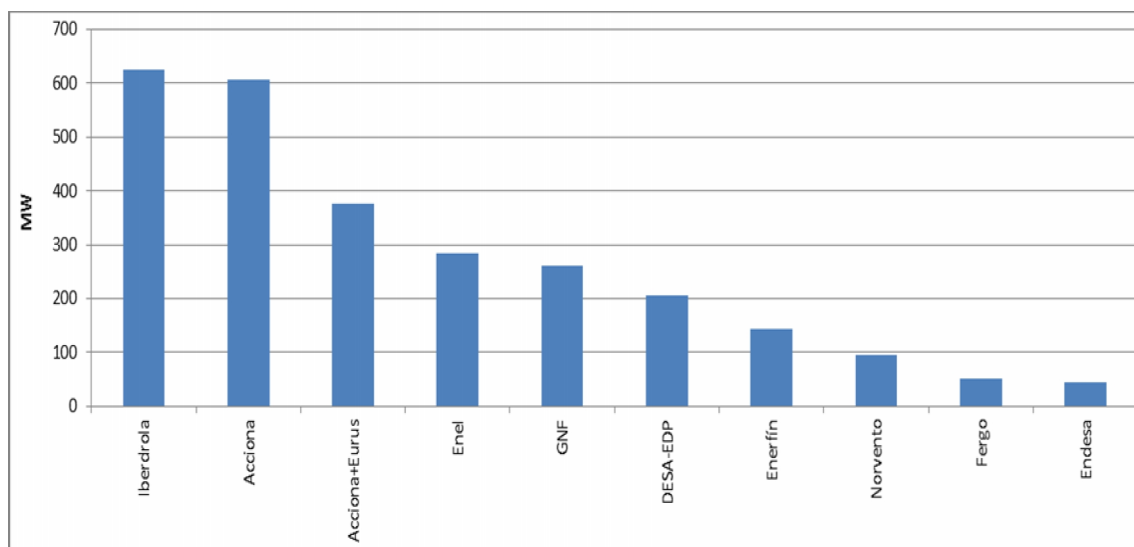
obrigas asociados aos Parques Eólicos Estratéxicos/Empresariais (PEEs). Neste sentido, os PEEs, creados ao abeiro dos Decretos 205/1995 e 302/2001, son figuras de desenvolvemento da potencia eólica en Galicia. Porén, o seu significado difire do dun parque eólico, debido a que un parque eólico configúrase como o conxunto de instalacións para o aproveitamento do recurso eólico e, a súa correspondente transformación e distribución na rede eléctrica (Simón et al., 2010). Desta forma, un PEE debe englobar máis dun parque eólico, sendo a súa autorización un proceso administrativo diferente. Pola súa parte, un axente será promotor incluso desenvolvendo un único parque eólico.

A Figura 40 amosa a potencia instalada propiedade dos principais promotores de parques eólicos en Galicia. A listaxe elaborouse a partir dos datos dispoñibles de centrais eólicas do INEGA e a base de datos Sabi, que facilita a identificación dos propietarios das empresas, en moitos casos PEMEs, que posúen a titularidade dos parques eólicos. Analizando aos titulares dos parques eólicos, obsérvase que gran parte dos propietarios das instalacións son grandes empresas eléctricas como Iberdrola, Acciona, Enel, GNF⁷² ou EDP. En moitos casos, esa propiedade é de forma indirecta mediante o control accionarial de pequenas empresas promotoras con domicilio social en Galicia, como sinala Regueiro (2010; 2011). Os primeiros dez propietarios de parques eólicos acumulan o 81,1% do total cos datos do INEGA (outubro de 2014). Neste sentido, lidera a listaxe Iberdrola con 626 MW seguida de Acciona con algo máis de 607 MW. Non obstante, Acciona e Euros controlan conxuntamente 376 MW na Comunidade Autónoma, polo que esa empresa controlada pola familia Entrecanales posúe de forma directa e indirecta uns intereses na enerxía eólica galega que ascenden a case 1.000 MW. Os principais propietarios de capital galego son Norvento (94,5 MW) e Fergo Galicia (51 MW). Deste modo, compróbase que a meirande parte da potencia instalada acumulada de Galicia é de titularidade, directa ou indirectamente, de grandes empresas do sector eléctrico e de construción civil.

Nesta subepígrafe non se inclúen datos económico-financeiros dos propietarios de parques eólicos, porque son grandes conglomerados do sector eléctrico. Desta forma, non ten utilidade para esta primeira diagnose do sector eólico galego reflectir estes datos, posto que a súa actividade excede, en gran medida, os límites xeográficos de Galicia, así como os límites sectoriais.

⁷² Gas Natural Fenosa.

Figura 40. Potencia instalada propiedade dos principais promotores de parques eólicos en outubro de 2014



Fonte: Elaboración propia a partir de INEGA (2016) e Sabi

4.2.2. Empresas do subsector de consultaría e enxeñaría

As empresas de servizos de consultaría e enxeñaría en enerxía eólica desenvolven a súa actividade na elaboración de proxectos de instalación para a xeración de enerxía, estudos previos para analizar a rendibilidade e idoneidade da instalación, a execución e ata a propia obra de instalación (BIC Galicia, 2009). Neste sentido, poden existir solapamentos en determinadas actividades co subsector de construción civil, fabricación e instalación de material eléctrico ou o de instalación e operación e mantemento de parques eólicos.

Asemade, identifícanse dous tipos de empresas de servizos de enxeñaría e consultaría que desenvolven a súa actividade no mercado das enerxías renovables en Galicia (Ib.):

- De carácter xeralista: As enerxías renovables non supoñen unha especialización, senón que a estratexia que se segue consiste en ampliar a oferta;
- Especializadas en enerxías renovables: Céntranse en proxectos relativos á enerxía eólica e á hidráulica.

O criterio de selección de empresas fundamentouse nas bases de datos da Asociación Empresarial Eólica (AEE) e da Asociación de Industriais Metalúrxicos de Galicia (ASIME).

Seguindo a anterior clasificación, podemos sinalar que dentro do primeiro perfil situaríanse Instra Ingenieros, Ghenova, Neodyn, Electrorayma ou o grupo Cobra. Pola súa parte, máis especializadas no sector eólico encóntranse Eysa, Alén e Salvoravento. As dúas últimas empresas recóllense no segmento de instalación, operación e mantemento (Táboa 20). Os datos das empresas Electrorayma e Cobra, que tamén realizan algunha actividade deste segmento, aparecen no subsector de fabricación e instalación da infraestrutura eléctrica (Táboa 19). As empresas que só teñen actividades de consultaría e enxeñaría preséntanse na Táboa 16.

Táboa 16. Principais empresas de consultaría e enxeñaría en Galicia no período 2000-2014

Empresas	Localización
Instra Ingenieros	A Coruña, Vigo
Neodyn	Narón
Ghenova	Ferrol-Vigo
Eysa	Abegondo

Fonte: Elaboración propia a partir de AEE (varios anos), Sabi e ASIME (2015)

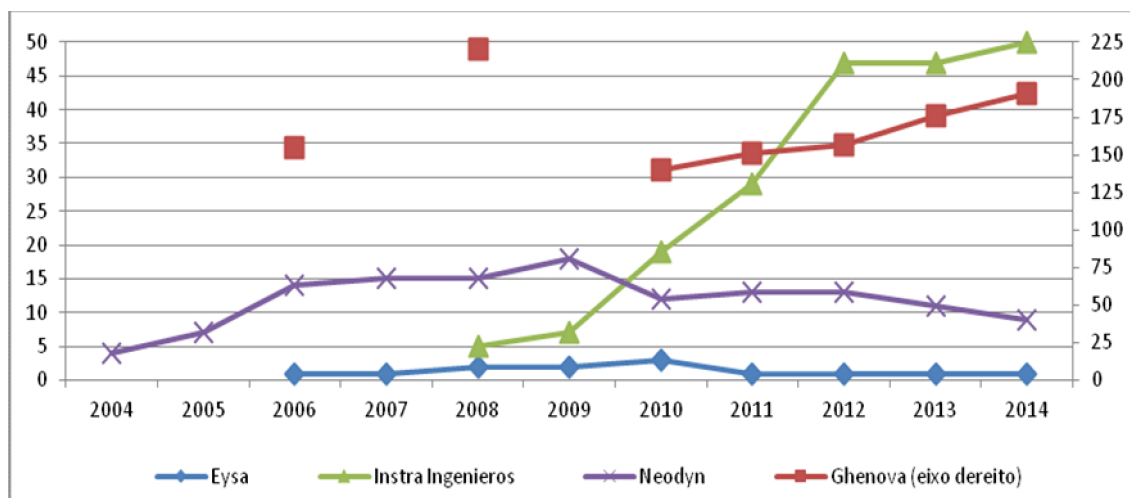
A especialización moderada do subsector débese á súa dependencia da instalación anual de novos parques eólicos, nos que subministraría apoio técnico (topográfico e enxeñeril) e servizos de análise ambiental e financeira, entre outros. Asemade, a semellanza destes servizos cos ofrecidos no eido da edificación e da construción civil e industrial, explican a súa evolución no obxecto de negocio e a integración de actividades. Por outra banda, destaca, pola súa carteira de clientes, Instra Ingenieros, proveedor de multinacionais enerxéticas (Enel, FCC Energía ou General Electric Wind Power). Ademais, Eysa sobresaí polos seus servizos de impacto ambiental, desenvolvidos para Endesa ou Galicia Vento.

A Figura 41 amosa a evolución do emprego das principais empresas de consultaría e enxeñaría con sede ou delegacións en Galicia no período 2004-2014⁷³. As empresas cunha tendencia máis favorable son Instra Ingenieros (de capital galego) e Ghenova (de capital andaluz), que mesmo incrementaron o seu número de empregados

⁷³ Non existen datos previos a 2004 destas compañías, polo que o período analizado comeza nesa data.

nun contexto económico xeral adverso. No polo oposto, sitúanse dúas empresas de capital galego, que son a empresa de servizos de consultaría técnica Neodyn e a de consultaría ambiental Eysa. Nestas, percíbese unha sensible redución dos cadros de persoal dende o ano 2009. Como xa se comentou anteriormente, esta evolución non ten porque denotar necesariamente unha evolución negativa ou positiva do sector galego, posto que as empresas poden desenvolver parte da súa actividade fóra de Galicia.

Figura 41. Evolución do emprego nas principais empresas de consultaría e enxeñaría no período 2004-2014



Nota: Os datos de Ghenova refírense ao total da súa actividade, sen dispoñer de datos desagregados para Galicia. En España conta con oficinas en Sevilla (onde se localiza o domicilio social), Ferrol e Vigo.

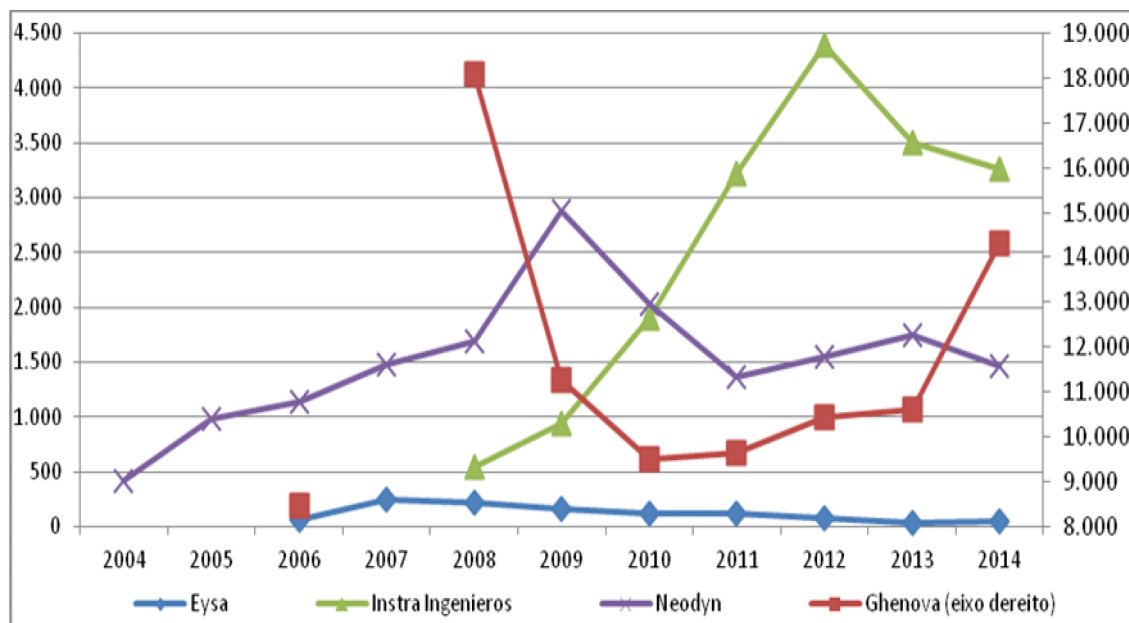
Fonte: Sabi e Consorcio da Zona Franca de Vigo (varios anos)

As Figuras 42 e 43 amosan a evolución das cifras referentes aos ingresos de explotación⁷⁴, así como aos resultados do exercicio⁷⁵ para as anteriores empresas. Analizando ámbalas dúas variables para as empresas seleccionadas, obsérvase unha alta volatilidade, cunha certa tendencia negativa que se agudiza cando se estuda a tendencia do resultado do exercicio. Desta forma, todas as empresas obteñen unha cifra na conta de resultados no ano 2014 igual ou sensiblemente inferior que en 2010. Isto significa que existe unha redución xeneralizada da cifra de vendas, así como das marxes. Neste sentido, a evolución do sector eólico galego non axudou a mitigar esta situación, ao igual que sucede no resto de España.

⁷⁴ Os ingresos de explotación constitúen a facturación derivada das actividades ordinarias.

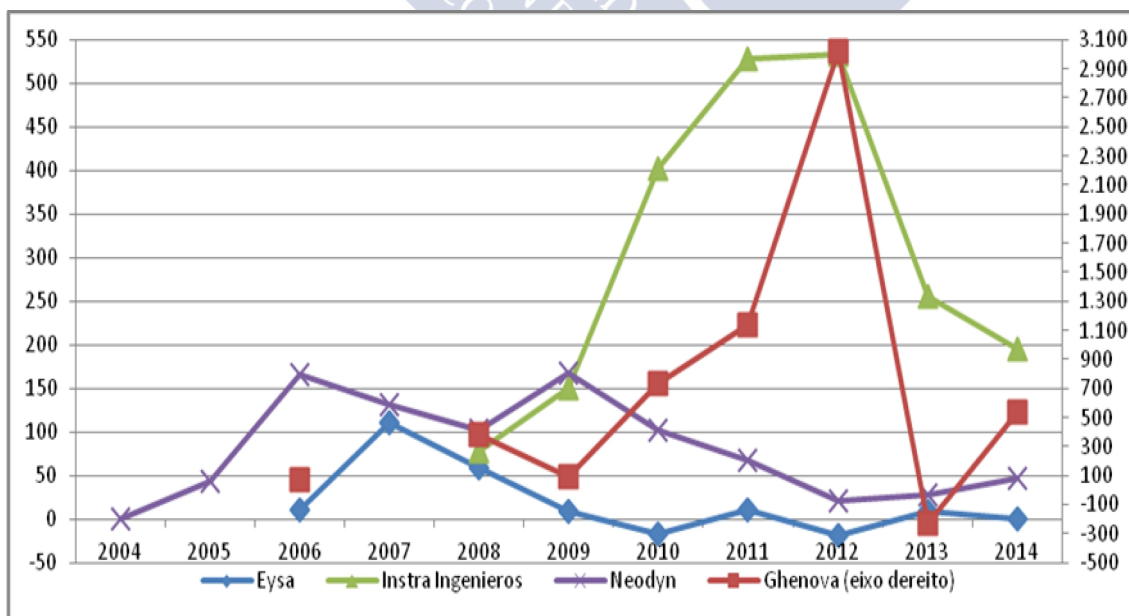
⁷⁵ O resultado do exercicio constitúe o froito de sumarlle ao resultado de explotación, o resultado financeiro, restarlle o imposto de sociedades e sumarlle o resultado das actividades extraordinarias.

Figura 42. Evolución dos ingresos de explotación das principais empresas de consultaría e enxeñaría no período 2004-2014 (miles de euros)



Fonte: Sabi e Consorcio da Zona Franca de Vigo (varios anos)

Figura 43. Evolución do resultado do exercicio das principais empresas de consultaría e enxeñaría no período 2004-2014 (miles de euros)



Fonte: Sabi e Consorcio da Zona Franca de Vigo (varios anos)

4.2.3. Empresas fabricantes de compoñentes

Este grupo está composto por diversas compañías que elaboran as diferentes partes do aeroxerador. Neste sentido, pódense mencionar torres, pas, multiplicadores, góndolas, ensamblaxe de compoñentes, sistemas de control ou rotores. Quedan excluídas actividades como o mantemento de turbinas e parques eólicos, almacenamento de compoñentes ou as tarefas relativas á construción civil; aínda que formen parte da cadea de valor.

A experiencia constata que o deseño e fabricación de aeroxeradores e a elaboración dos seus compoñentes constitúen os subsectores máis intensivos en emprego; pois representan, aproximadamente, o 59% do emprego directo relacionado con esta fonte de enerxía renovable (EWEA, 2009). Pola contra, só o 11% do emprego directo depende das actividades de instalación, mantemento e operación dos parques eólicos.

O sector de fabricación de compoñentes está formado por un total de 14 empresas, que se indican na Táboa 17. Analizando os tipos de actividade do subsector, pódese apreciar que existe unha tendencia á especialización en actividades de fabricación de torres e, en menor medida, pas e góndolas. No caso de torres e góndolas, pódese considerar que é unha especialización en segmentos tradicionais e de pouco valor engadido. Deste modo, tódolos compoñentes que se sitúan dentro da góndola, como poden ser os multiplicadores ou xeradores e os sistemas informáticos de control e captación de información constitúen elementos de maior intensidade tecnolóxica, en comparación coa ensamblaxe de compoñentes, a fabricación de torres, pas ou góndolas.

A maior parte das empresas localízanse nunha área moi próxima. Así, oito das catorce empresas están radicadas nunha zona costeira entre as cidades da Coruña e Ferrol, cunha distancia máxima entre elas de 70 quilómetros, aproximadamente. A localización espacial deste subsector depende, en gran parte, da base tecnolóxica dos produtos fabricados. Esta base componse de coñecementos no eido da electricidade e da mecánica. Desta forma, naquelas áreas nas que, anteriormente, existía unha especialización da industria de transformados metálicos e de maquinaria de equipo, é onde se sitúa un maior número de empresas manufactureiras ligadas ao sector eólico (Martínez, Bayod e Pérez et al., 2002). Este factor de localización cobra máis importancia en función do grao de temporalidade que caracteriza a actividade no sector

eólico, pois cando a carga de traballo sexa máis baixa, as empresas poden volver ás actividades máis tradicionais. Deste modo, arredor da comarca de Ferrol localízase historicamente un sector naval cunha presenza considerable de industria auxiliar, que desempeña tarefas tecnoloxicamente moi próximas ás do subsector de fabricación de compoñentes. Esta proximidade cognitiva, que algúns autores (Boschma, 2005) consideran como máis importante que a xeográfica, provocou unha progresiva mutación das actividades desas empresas, podendo dar lugar á creación dun polo ou clúster xacobiano⁷⁶ por evolución (Cooke, 2009). Este fenómeno tamén reviste unha intensidade semellante na comarca de Vigo, ao presentar unha concentración moi elevada de empresas do sector naval.

Táboa 17. Principais fabricantes de compoñentes eólicos en Galicia no período 2000-2014

Empresa	Localización	Actividade
Coruñesa de Composites	Arteixo	Góndolas
Vestas	Viveiro	Xeradores
EMESA	Coirós	Torres
Norvento Factory	Vilalba	Pas, ensamblaxe
Alstom Wind Galicia	As Somozas	Ensamblaxe
Eymosa-Ventogal	Narón	Góndolas
Gamesa Eólica	As Somozas	Pas, torres e ensamblaxe
Coasa	San Cibrao das Viñas	Pas
Ganomagoga	Ponteareas-Carballiño	Torres
Intaf	Narón	Torres e elementos de fundición
Gestamp Wind Steel Galicia	Carballiño	Torres
Acebrón Group	As Pontes	Reparación de turbinas e fabricación doutros compoñentes
Neuwalme	Vigo	Sistemas hidráulicos
Navantia	Ferrol-Fene	Torres

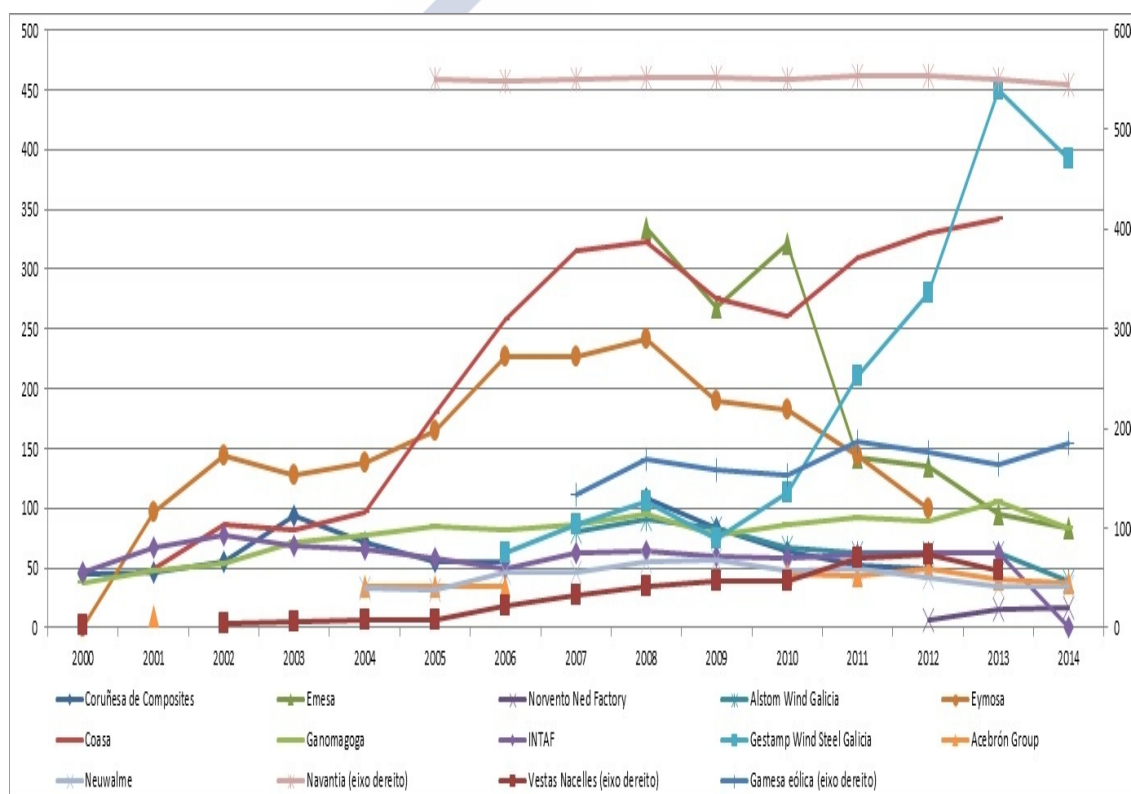
Fonte: Elaboración propia a partir da EGA (2016), AEE (varios anos), ASIME (2015) e Sabi

Na Figura 44 amósase a evolución do emprego nos principais fabricantes de compoñentes no período 2000-2014. Como principais características xerais, cómpre mencionar dúas interrelacionadas: a baixada xeral das cifras de emprego e a desaparición ou a entrada en graves problemas económicos dalgunhas empresas do sector. En primeiro lugar, pódese apreciar unha baixada xeral do emprego dende os anos 2008 e 2009, no que se combinan a atonía sectorial cun contexto macroeconómico

⁷⁶ Os clústers xacobianos fórmanse a partir das novas combinacións de coñecemento entre dúas ou máis tecnoloxías que producen, por evolución, unha nova tecnoloxía nun espazo xeográfico determinado, presentando as características dun clúster (Cooke, 2009).

adverso. Neste sentido, os expedientes de regulación de emprego (ERE) foron habituais dende esas datas en moitas desas empresas (Emesa, Vestas, Gamesa, Eymosa; entre outros). Así, algunhas empresas liquidáronse, como Coruñesa de Composites e Eymosa; e outras cambiaron de dono como Emesa (o grupo Isolux Corsán vendeuna ao grupo Soil)⁷⁷. Asemade, no ano 2010 Vestas Nacelles reconverteu a súa principal actividade, que consistía na fabricación de góndolas, para centrarse na fabricación de xeradores. Porén, o fabricante dinamarqués tivo que aplicar varios EREs temporais na súa fábrica de Viveiro⁷⁸. Desta forma, pérdese masa crítica e experiencia ante un posible aumento da actividade no futuro.

Figura 44. Evolución do emprego nos principais fabricantes de compoñentes de aerogeradores no período 2000-2014



Nota: A información económica das multinacionais Vestas e Gamesa Eólica e do estaleiro Navantia refírese ás súas actividades a nivel estatal, debido á ausencia de datos desagregados para Galicia⁷⁹.

Fonte: Sabi e Consorcio da Zona Franca de Vigo (varios anos)

⁷⁷ Consultar Vázquez, S. (30 de Outubro de 2015). El grupo familiar Soil compra a Isolux la gallega Emesa. *La Voz de Galicia*. Disponible na web [outubro 2015]: <http://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/economia/2015/10/30/grupofamiliarsoilcompraisoluxgallegagemesa/>.

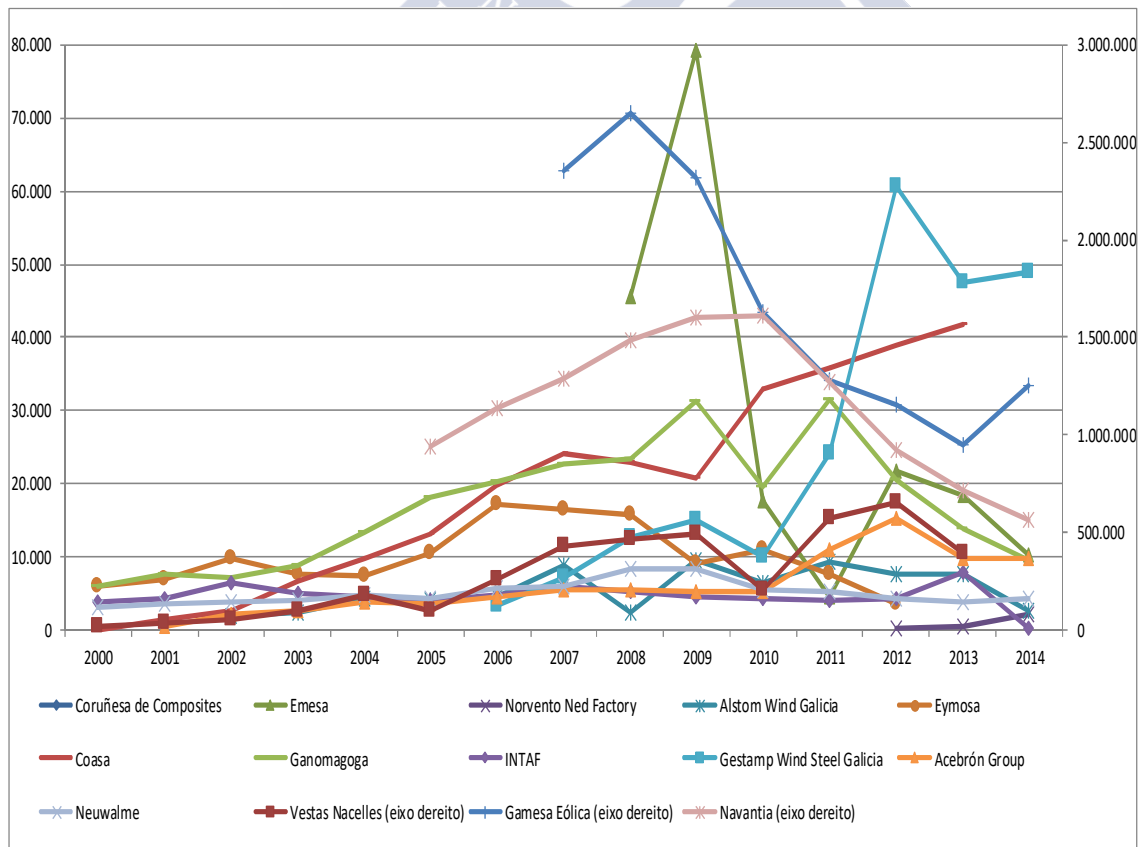
⁷⁸ Consultar Balseiro, M. (18 de xullo de 2015). Vestas «salva» su planta de Viveiro desviando pedidos desde Alemania. *La Voz de Galicia*. Disponible na web [xullo 2015]: <http://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/economia/2015/07/18/vestassalvaplantaviveirodesviandopedidosalemania/>.

⁷⁹ A división española de Vestas posúe outra fábrica en León. Asemade, Gamesa conta con 19 fábricas en España. No caso de Navantia, a empresa pública conta, ademais das instalacións de Fene e Ferrol, con centros produtivos en Cádiz, San Fernando, Porto Real e Cartaxena.

Algunhas empresas, cunha maior actividade noutros sectores como o aeronáutico (Coasa) ou o naval (Navantia) presentan unhas cifras de emprego máis estables e con incrementos moderados dos seus cadros de persoal. Pola súa banda, Gestamp Wind Steel Galicia, cunha importante actividade no sector eólico, presenta un crecemento do emprego, especialmente dende 2010.

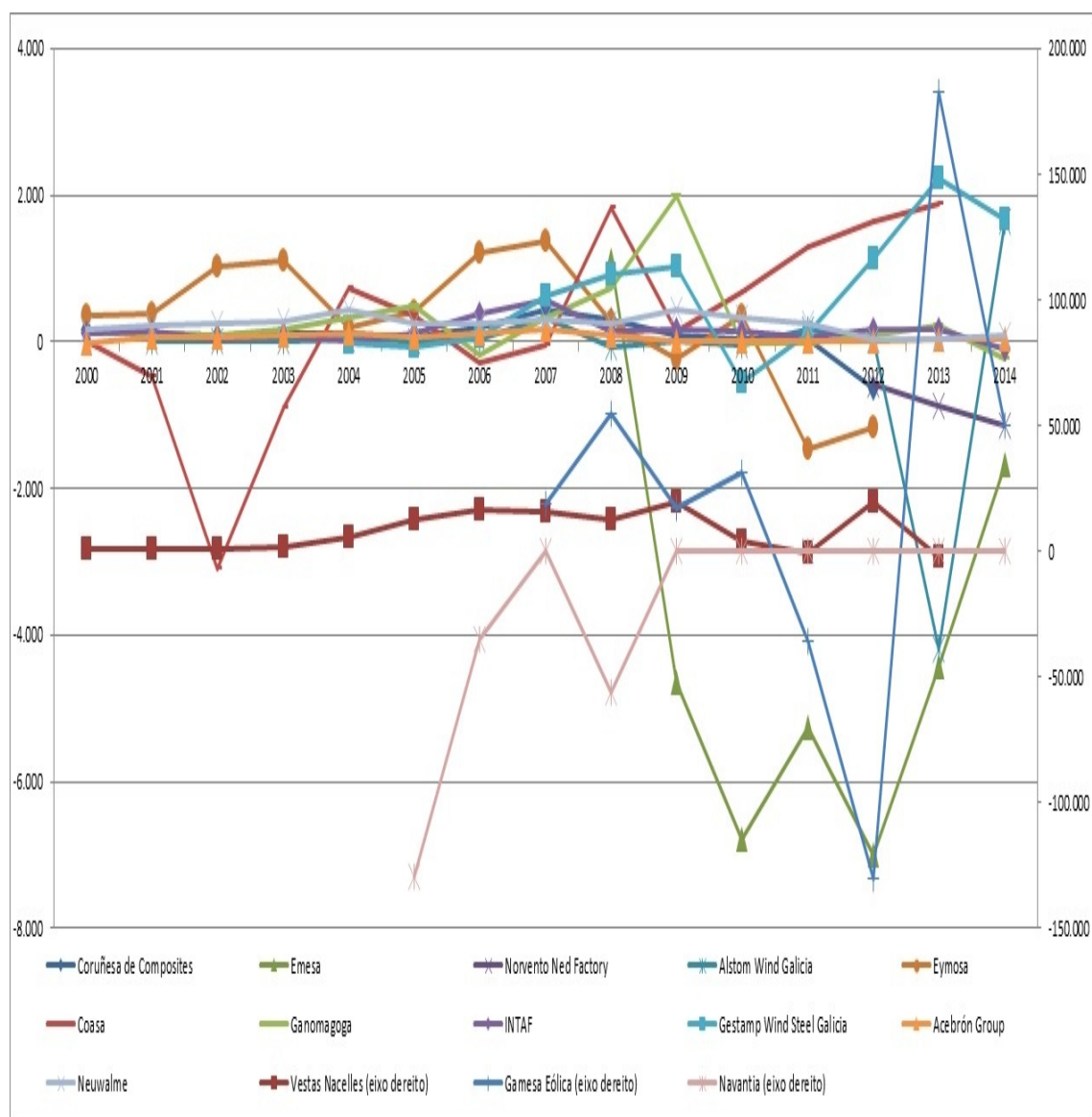
A evolución dos datos financeiros dos fabricantes de compoñentes, que se indican nas Figuras 45 e 46, constatan a tendencia que se pode apreciar cos datos de emprego. Neste sentido, as empresas que experimentan unha baixada nas súas cifras de facturación e na conta de resultados, son xeralmente as que presentan reducións nos seus cadros de persoal. Cómpre mencionar a evolución negativa da conta de resultados de Gamesa Eólica, Emesa e Eymosa dende o ano 2008. Ademais, é salientable a redución da conta de resultados de Vestas dende a mesma data, a pesar dun leve incremento da facturación.

Figura 45. Evolución dos ingresos de explotación dos principais fabricantes de compoñentes de aerogeneradores no período 2000-2014 (miles de euros)



Fonte: Sabi e Consorcio da Zona Franca de Vigo (varios anos)

Figura 46. Evolución do resultado do exercicio dos principais fabricantes de compoñentes de aerogeradores (en miles de euros, 2000-2014)



Fonte: Sabi e Consorcio da Zona Franca de Vigo (varios anos)

4.2.4. Empresas de construción civil vinculadas ao desenvolvemento de parques eólicos

Un parque eólico necesita unha serie de infraestruturas para un correcto funcionamento da instalación, como poden ser a construción civil, a infraestrutura eléctrica e os sistemas de control-supervisión e de obtención de datos (EWEA, 2009).

Como habitualmente os sistemas de control son subministrados polos propios provedores de turbinas, xa foron analizados no subsector de fabricantes de compoñentes. Non obstante, tanto as tarefas de construción civil como de infraestrutura eléctrica tenden a ser levadas a cabo por empresas deses sectores, diferentes ás subministradoras de turbinas.

A construción civil nun parque eólico recolle, entre outros, os seguintes traballos (Ib.):

- Estradas, camiños e drenaxes de terreos;
- Cimentacións dos aerogeradores e estacións meteorolóxicas;
- Construcións para a protección e almacenamento dos transformadores, dispositivos de distribución e conexión eléctrica, sistemas de control e supervisión, equipamentos centrais e espazos para desenvolver tarefas de mantemento. Un exemplo desta categoría constitúeno as caixas prefabricadas dos centros de transformación.

Os factores máis decisivos para o éxito dun parque eólico son o estudo do réxime de ventos e a determinación do modelo de aerogenerador que mellor se adapta a cada situación. Non obstante, non se debe esquecer que a construción civil tamén é un factor determinante, posto que representa arredor do 8% dos custos totais (EWEA, 2009). Asemade, un estudo inaxeitado da tipoloxía do terreo, a propia dificultade da realización dos traballos ligados á construción civil nunhas condicións climáticas adversas e, unha orografía escarpada poden provocar incrementos dos custos que comprometan a rendibilidade do proxecto.

Na Táboa 18 móstranse os principais axentes no subsector de construción civil en Galicia. Neste segmento do mercado, a especialización das empresas é reducida, debido a que as características técnicas das tarefas realizadas non se diferencian significativamente das acometidas no eido da edificación e construción civil. Polo tanto, as barreiras tecnolóxicas de entrada son reducidas, o que provoca que a rivalidade entre os axentes presentes tenderá a ser elevada. Non obstante, os contratos de execución das obras civís teñen unha estabilidade contractual ao longo do tempo, debido a que son realizados por parte de filiais de promotores, como é o caso de Acciona Infraestructuras (Acciona) ou Cobra (grupo ACS). A empresa Cobra dedícase fundamentalmente a tarefas vinculadas á instalación de infraestrutura eléctrica, polo que segundo a

metodoloxía descrita anteriormente, os seus datos aparecen nese subsector (Táboa 19). Asemade, nos outros casos pódese atopar que certas empresas de construción son provedoras habituais de grupos independentes como Prefabricados Castelo de Isolux. Non obstante, un exemplo pouco típico de evolución empresarial cara á especialización en obras civís para parques eólicos constitúeo Abeconsa. Esta empresa establecida en Ferrol creou unha sección para parques eólicos dentro da súa división de construción civil. Neste sentido, especializouse no subministro e instalación de biondas, construción dos edificios de control, así como tarefas de construción civil xerais. A súa carteira de proxectos realizados componse de arredor de 10 parques eólicos situados nas provincias de A Coruña e Lugo.

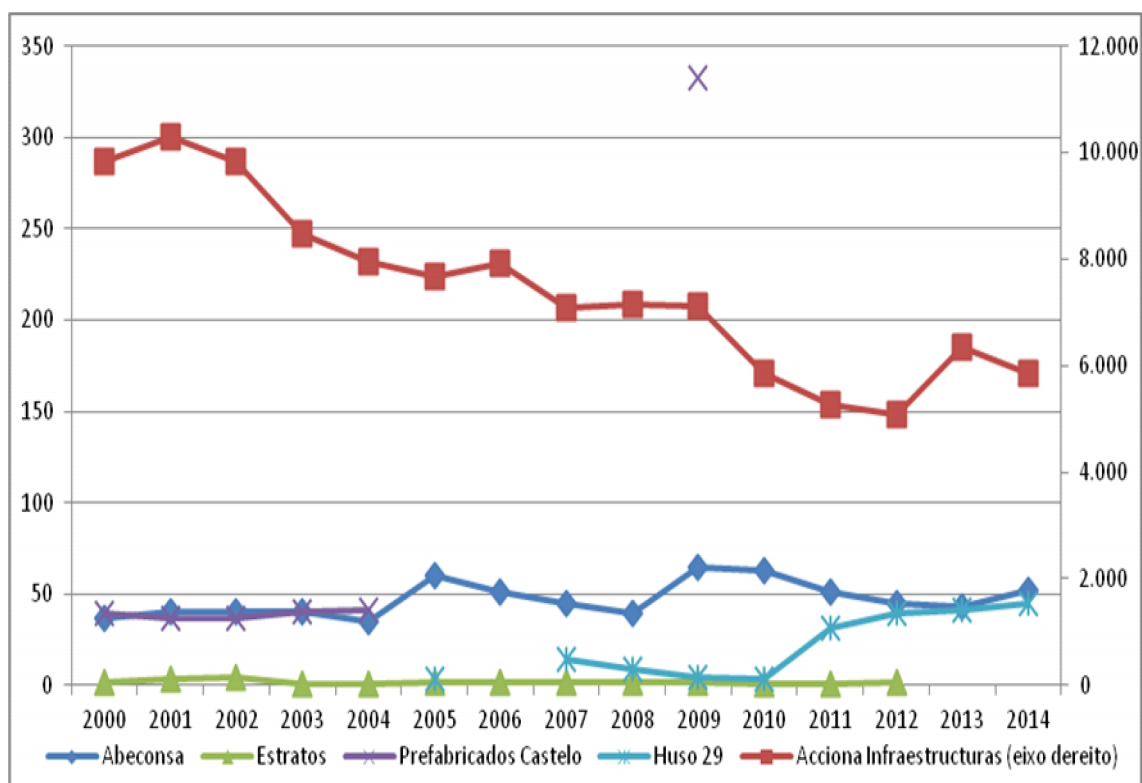
Táboa 18. Principais empresas de construción civil de parques eólicos en Galicia no período 2000-2014

Empresa	Localización
Prefabricados Castelo	Porriño, Coirós
Abeconsa	Ferrol
Estratos	Narón
Acciona Infraestructuras	Arteixo
Huso 29	As Somozas

Fonte: Elaboración propia a partir da EGA (2016), AEE (varios anos) e Sabi

A Figura 47 amosa a evolución do emprego das principais empresas de construción civil no período 2000-2014. Como se avanzou anteriormente, só unha pequena parte deste emprego está estreitamente vinculado coa actividade do sector eólico. Non obstante, cómpre analizar a evolución xeral da situación económico-financeira deste segmento, posto que representan unha parte importante da cadea de valor. A principal tendencia observable é a caída xeral dos niveis de desemprego, que se acentúa dende o ano 2008, debido á forte crise económica que afectou, fundamentalmente, á construción e á obra pública. Neste sentido, Prefabricados Castelo, que se dedicaba á elaboración das caixas prefabricadas para os centros de transformación dos parques eólicos de Isolux, liquidouse no ano 2011.

Figura 47. Evolución do emprego nas principais empresas de construción civil no período 2000-2014

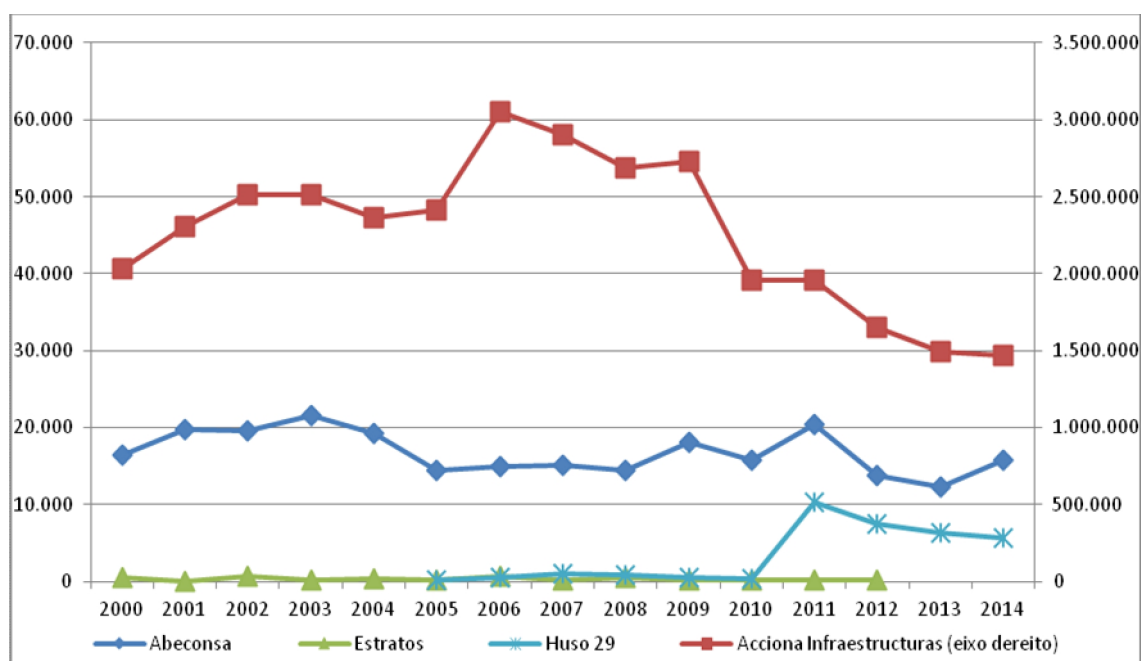


Nota: Os datos económicos para Acciona Infraestructuras refírense a España, debido á inexistencia de datos desagregados para as súas actividades realizadas en Galicia.

Fonte: Sabi e Consorcio da Zona Franca de Vigo (varios anos)

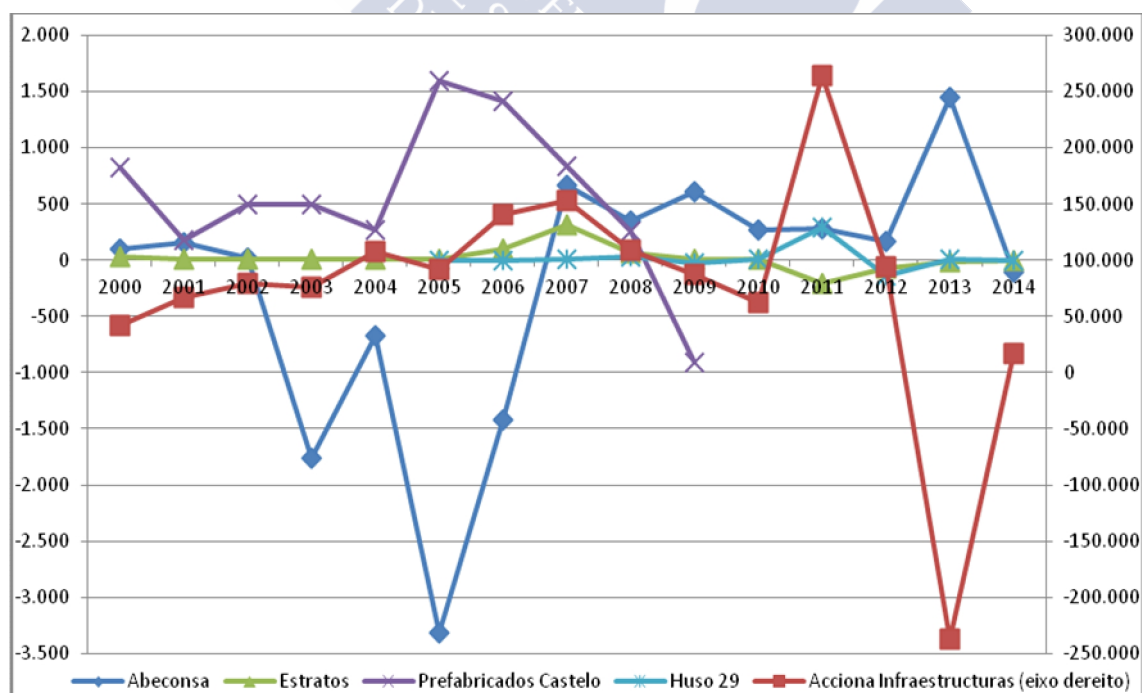
Paralelamente ao descenso das cifras de emprego, os ingresos de explotación e as contas de resultado das empresas deste segmento fóronse deteriorando cara finais do período analizado (Figura 48 e Figura 49, respectivamente). Na maioría dos casos, os fortes descensos na facturación e na conta de resultados producíronse dende o ano 2008, sendo máis acusada a erosión da conta de resultados, especialmente no caso de Acciona Infraestructuras. Esta empresa de obras públicas veu reducirse, case de forma continua, a súa facturación dende o ano 2008, así como as súas contas de resultados o dobre de rápido.

Figura 48. Evolución dos ingresos de explotación das principais empresas de construción civil no período 2000-2014 (miles de euros)



Fonte: Sabi e Consorcio da Zona Franca de Vigo (varios anos)

Figura 49. Evolución do resultado do exercicio das principais empresas de construción civil no período 2000-2014 (miles de euros)



Fonte: Sabi e Consorcio da Zona Franca de Vigo (varios anos)

4.2.5. Empresas dedicadas á fabricación e instalación da infraestrutura eléctrica para os parques eólicos

Dentro da infraestrutura necesaria para o correcto funcionamento dun parque eólico, cómpre mencionar tódolos traballos relacionados coa infraestrutura eléctrica, entre os que se destacan os seguintes (EWEA, 2009):

- O equipamento no punto de conexión (POC, nas súas siglas en inglés), sexa propiedade do parque eólico ou do operador da rede eléctrica;
- Rede de cables subterráneos ou en superficie que forman circuitos radiais de alimentación;
- Dispositivos de distribución para a protección e desconexión dos circuitos de alimentación;
- Transformadores e dispositivos de distribución e aparatos de conexión asociados con aeroxeradores individuais. Actualmente, estes compoñentes soen situarse dentro do aeroxerador polo que son habitualmente subministrados polo propio provedor das turbinas;
- Equipamento de compensación reactiva;
- Electrodo de masa e sistemas.

Neste sentido, tanto a obra civil como a infraestrutura eléctrica, denominados balance de planta (BOP), son subministrados de forma separada ao aeroxerador, xeralmente, mediante un ou varios contratistas. Non obstante, os sistemas de control e de captación de información son subministrados polo fabricante da turbina eólica, debido a que depende dos diferentes modelos de aeroxerador.

Na Táboa 19 preséntanse os principais axentes no subsector de fabricación e instalación de infraestrutura eléctrica de Galicia. Este segmento da cadea de valor da enerxía eólica caracterízase, igual que o subsector de construción civil, pola baixa especialización no sector. A principal causa débese a que unha parte considerable da infraestrutura eléctrica, como a fabricación de armarios e sistemas de distribución, equipos de control, centros de transformación e cableado de media e baixa tensión; é semellante á doutras instalacións industriais. Polo tanto, existe unha certa evolución das empresas dende actividades máis tradicionais cara outras máis centradas no eido eólico. Neste sentido, empresas como Sarpel constituíronse como provedoras habituais de promotores de parques eólicos de considerable envergadura como Gas Natural Fenosa,

MADE Energías Renovables ou Promotora Eólica de Galicia. A concentración xeográfica deste tipo de empresas está condicionada pola preexistencia de empresas dedicadas á instalación e fabricación de compoñentes eléctricos para plantas industriais.

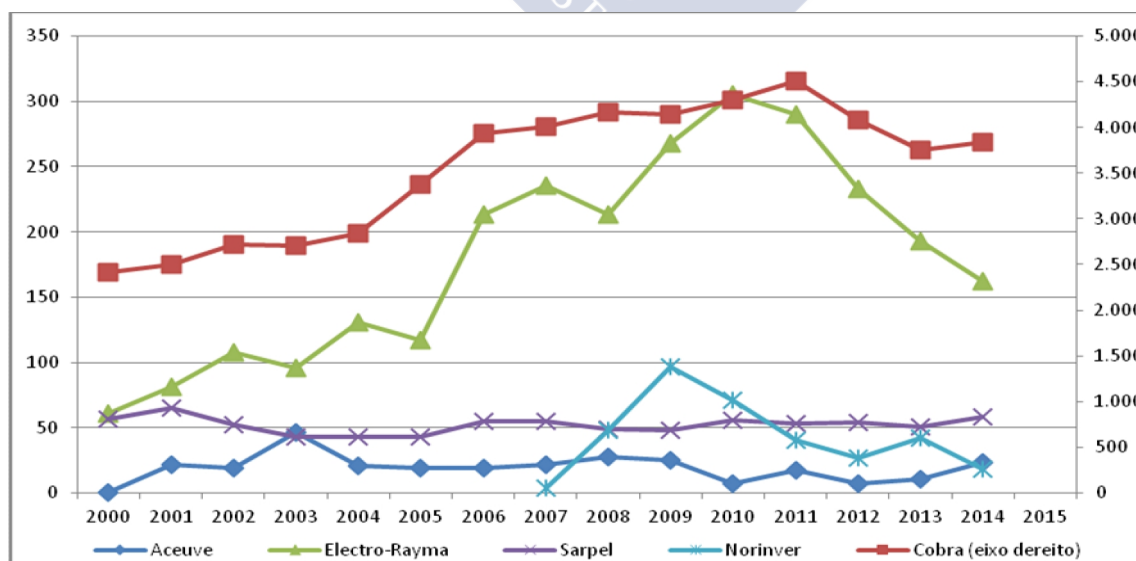
Táboa 19. Principais empresas de fabricación e instalación de material eléctrico en parques eólicos de Galicia no período 2000-2014

Empresa	Localización
Electro-Rayma	Narón
Sarpel	A Coruña
Cobra	A Coruña
Aceuve	Vigo
Norinver	Cabanas

Fonte: Elaboración propia a partir da EGA (2016), AEE (varios anos) e Sabi

Analizando a evolución do emprego no subsector de fabricación e instalación de material eléctrico (Figura 50), pódese constatar que esta variable presenta dúas claras tendencias como no caso dos subsectores anteriormente comentados. Por unha banda, ata o intervalo 2008-2010, os cadros de persoal incrementáronse de forma sostida, destacando o incremento da empresa Electro-Rayma, que pasou de apenas 50 empregados no ano 2000 ata algo máis de 300 no ano 2010. Por outra banda, a partir deste punto de inflexión, a redución do emprego caracterizouse pola mesma celeridade, e nalgúns casos acadando valores próximos ás cifras do ano 2000 en 2014.

Figura 50. Evolución do emprego nas principais empresas de fabricación e instalación de material eléctrico no período 2000-2014

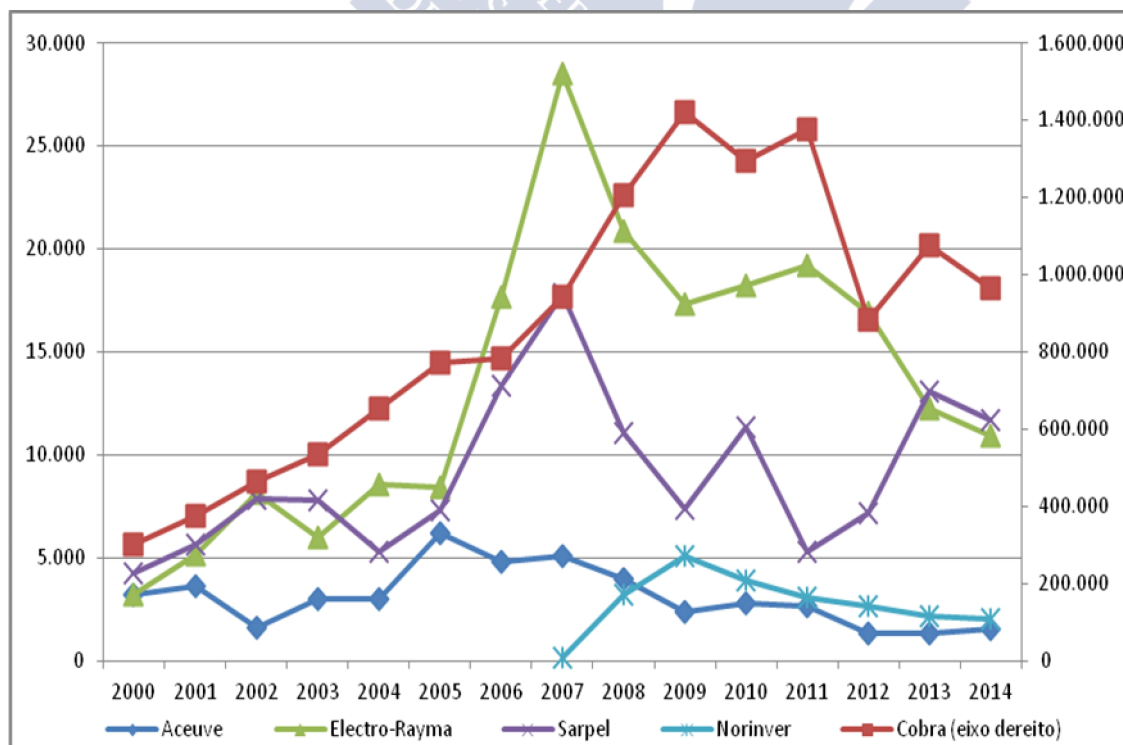


Nota: Os datos económicos para Cobra refírense a España, debido á inexistencia de datos desagregados para as súas correspondentes actividades realizadas en Galicia.

Fonte: Sabi e Consorcio da Zona Franca de Vigo (varios anos)

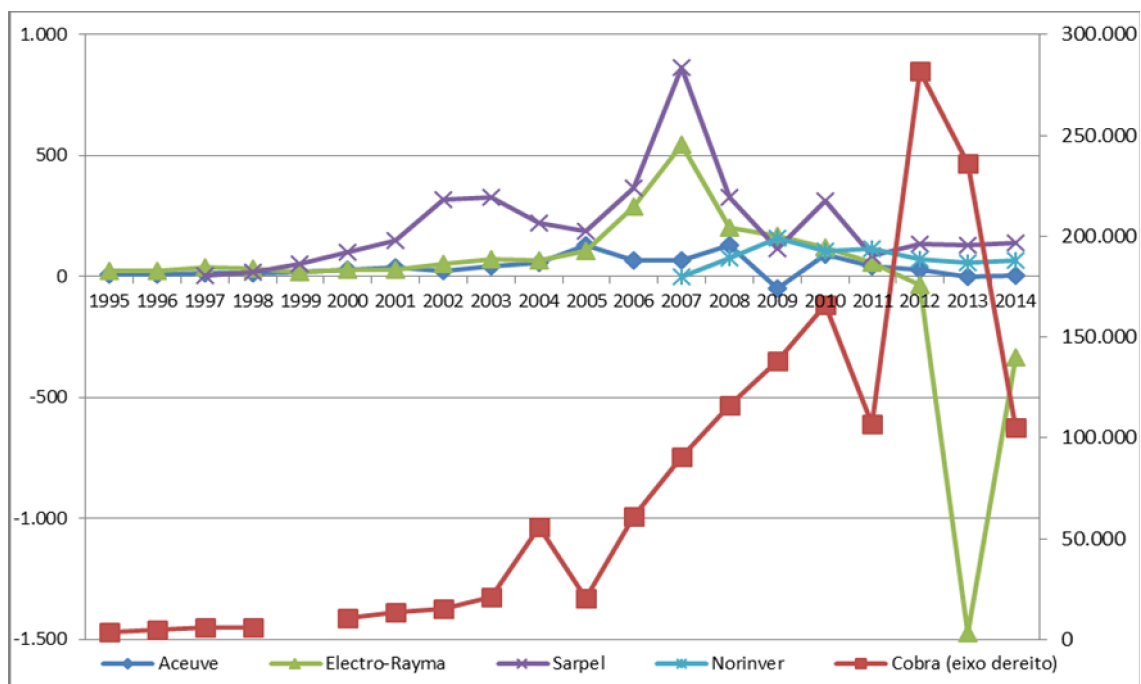
As Figuras 51 e 52 presentan a evolución dos ingresos de explotación e dos resultados do exercicio, respectivamente, para este subsector no período 2000-2014. Neste sentido, pódese observar claramente un descenso significativo en ámbalas dúas variables dende 2007 e 2008. Estes datos están en liña co amosado para os anteriores subsectores, ao constituír todos eles actividades temporais, é dicir, desenvólvense no intervalo de tempo entre a xeración da idea de instalar un parque eólico ata a súa posta en funcionamento. Ademais do posible efecto da ralentización do sector eólico, cómpre sinalar o efecto do contexto macroeconómico nas empresas seleccionadas. Como se comentou previamente, estas cifras económico-financeiras débense completar con outros datos máis exactos que poidan dar unha idea da evolución e do impacto socioeconómico do sector. En todo caso, pódese apreciar que empresas cunha considerable especialización no sector eólico, como Electro-Rayma (cunha división propia para enerxías renovables) e Sarpel, sufriron unha redución significativa da facturación e dos resultados dende os anos de inflexión do sector eólico galego.

Figura 51. Evolución dos ingresos de explotación das principais empresas de fabricación e instalación de material eléctrico no período 2000-2014 (miles de euros)



Fonte: Sabi e Consorcio da Zona Franca de Vigo (varios anos)

Figura 52. Evolución do resultado do exercicio das principais empresas de fabricación e instalación de material eléctrico no período 2000-2014 (miles de euros)



Fonte: Sabi e Consorcio da Zona Franca de Vigo (varios anos)

4.2.6. Empresas de instalación, operación e mantemento de parques eólicos

A fase de operación e mantemento dun parque eólico constitúe unha etapa posterior aos test eléctricos estandarizados para a infraestrutura eléctrica e as turbinas, así como ás inspeccións para a obra civil. Este tipo de tarefas diferéncianse das previamente analizadas por constituír actividades permanentes, é dicir, non están suxeitas á instalación anual de parques eólicos. As tarefas de mantemento e operación de parques eólicos cobran gran importancia debido a que poden acaparar, aproximadamente, entre o 20 e o 25% do custo por kWh producido no caso de novos aerogeneradores. Ante modelos maduros, a porcentaxe pode reducirse ata o 10-15% (EWEA, 2009). Deste modo, son necesarios a planificación e seguimento continuos para reducir e controlar estas porcentaxes que afectan á rendibilidade do proxecto.

Neste sentido, no ámbito do mantemento, considérase práctica habitual que o proveedor do parque eólico ofrezca unha garantía, de entre dous e cinco anos, para cubrir perdas de ingresos debidas á inactividade por fallos da maquinaria, e que incluíría un

test para calcular a curva de potencia dos aerogeradores. Así, para as actividades de operación e mantemento estipuláronse unha media de dous traballadores por cada 20 ou 30 MW de potencia instalada (Ib.). Estas tarefas son as menos intensivas en man de obra. Desta forma, para instalacións pequenas, estas actividades lévanse a cabo mediante visitas periódicas. As actividades de mantemento dunha turbina poden acaparar unhas 80 horas anuais.

Dentro das actividades deste subsector, cabe mencionar as seguintes (Hau, 2005):

- Aseguramento das instalacións;
- Mantemento regular. Chequeo da maioría de compoñentes;
- Reparacións. Coxinetes do rotor e do multiplicador, montaxe da góndola, etc;
- Repostos e recambios;
- Tarefas de administración e xestión.

Na Táboa 20 móstranse as principais compañías do subsector. Debido á natureza do sector eólico e á existencia de certa relación destas actividades coas de consultaría/enxeñaría e construción civil, é común que unha mesma compañía integre estas tres tarefas dentro das propias dinámicas da empresa.

As empresas de servizos de instalación, operación e mantemento compoñen un subsector non tan concentrado xeograficamente como os anteriores, debido á necesidade de adaptarse á dispersión no territorio dos parques eólicos, que se localizan nas catro provincias galegas. Nas principais empresas deste segmento encóntranse compañías galegas e de capital foráneo que lograron un grao de especialización considerable debido á potencia instalada acumulada en todo o territorio galego. Deste modo, a maioría de empresas son provedoras de servizos integrais que abarcan o mantemento (preventivo, predictivo e correctivo), cambio e reparación de pezas (buxes, multiplicadores, etc.) e a supervisión e monitorización das instalacións.

As empresas Electrorayma e Cobra do segmento de instalación, mantemento e operación, e a empresa Sarpel de instalación, tamén realizan actividades de fabricación e instalación da infraestrutura eléctrica, polo que os seus datos aparecen nese subsector (Táboa 19).

Táboa 20. Principais empresas de instalación, operación e mantemento de parques eólicos en Galicia no período 2000-2014

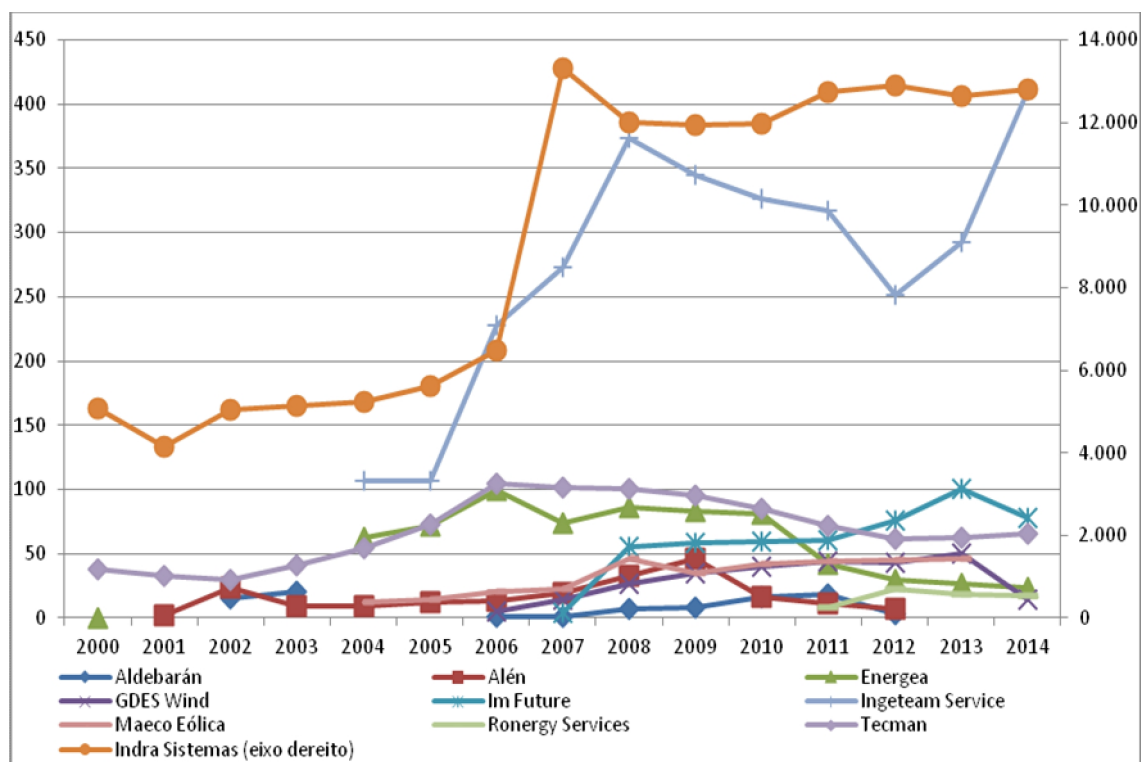
Empresa	Localización
Im Future	Ames
Tecman	Narón
Ingeteam Services	Vilalba
Aldebarán	A Coruña
Indra Sistemas	Ferrol
Maeco Eólica	As Pontes
Alén	Santiago, Xermade
GDES Wind (Salvoravento)	Culleredo
Energea	Ferreira de Valadouro, A Cañiza, Mazaricos
Ronergy Service	Tui

Fonte: Elaboración propia a partir da EGA (2016), AEE (varios anos) e Sabi

Neste subsector xurdiu unha spin-off da Universidade de Santiago de Compostela en 1999, chamada Alén, que exemplifica a especialización e integración vertical de actividades desta cadea de valor. Así, esta empresa xestionaba toda a vida útil do parque eólico, dende a análise e planificación dos proxectos, pasando pola instalación e mantemento, ata aspectos técnicos da construción. Dende 2006, Alén deu o salto internacional cara ao mercado norteamericano. Porén, a empresa dissolveuse a mediados do ano 2014.

A Figura 53 presenta a evolución das cifras de emprego neste subsector para o período comprendido entre os anos 2000 e 2014. Neste sentido, pódese apreciar unha maior estabilidade dos cadros de persoal ao longo do período, incluso dende os anos 2007 e 2008. Non obstante, empresas como Alén, Energea ou Tecman; sufriron descensos moderados no número de empregados. As principais causas desta estabilidade débense ao tamaño do mercado e á súa dependencia dunha variable stock (potencia instalada acumulada). A diferenza dos subsectores manufactureiros e de servizos relativos á construción e deseño, o segmento de operación e mantemento non está tan afectado pola potencia instalada anualmente, polo que se illa parcialmente das flutuacións cíclicas.

Figura 53. Evolución do emprego nas principais empresas de instalación, operación e mantemento no período 2000-2014

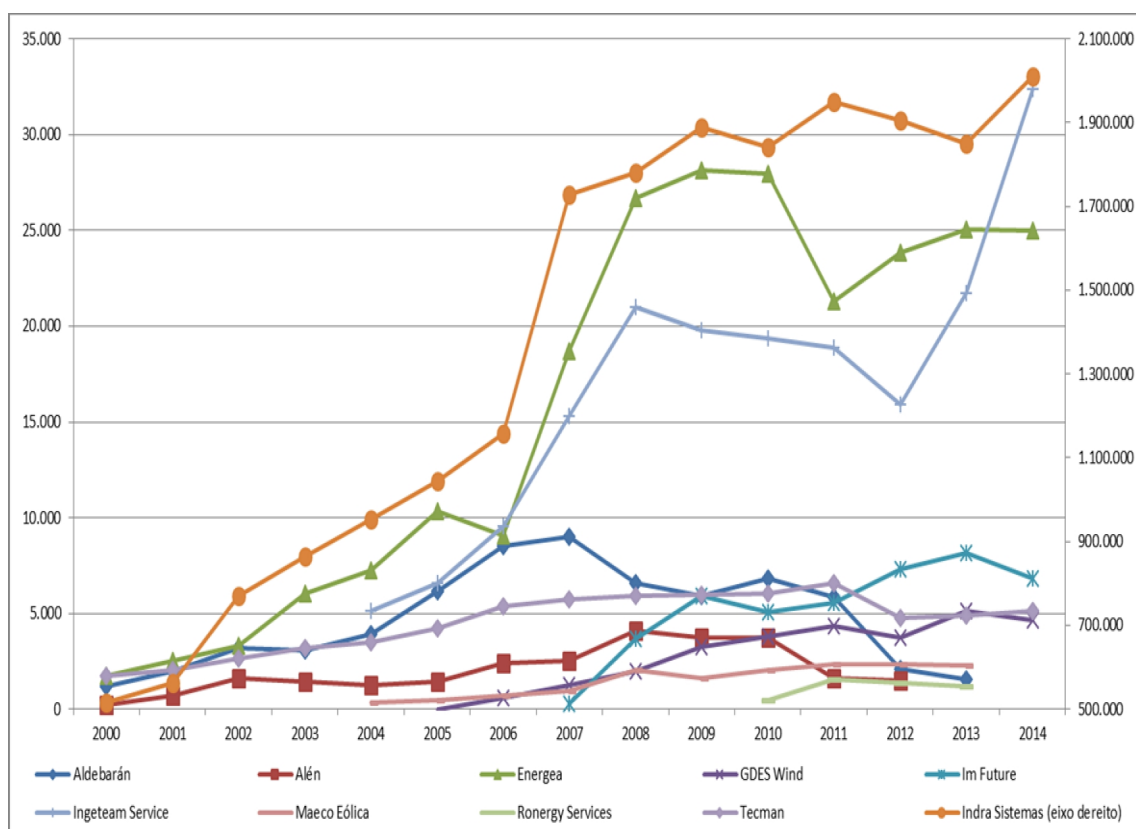


Nota: Débese precisar que a información económica para Indra Sistemas, Ingeteam Service e Maeco Eólica son para o conxunto do Estado Español, debido á inexistencia de información desagregada para Galicia.

Fonte: Sabi e Consorcio da Zona Franca de Vigo (varios anos)

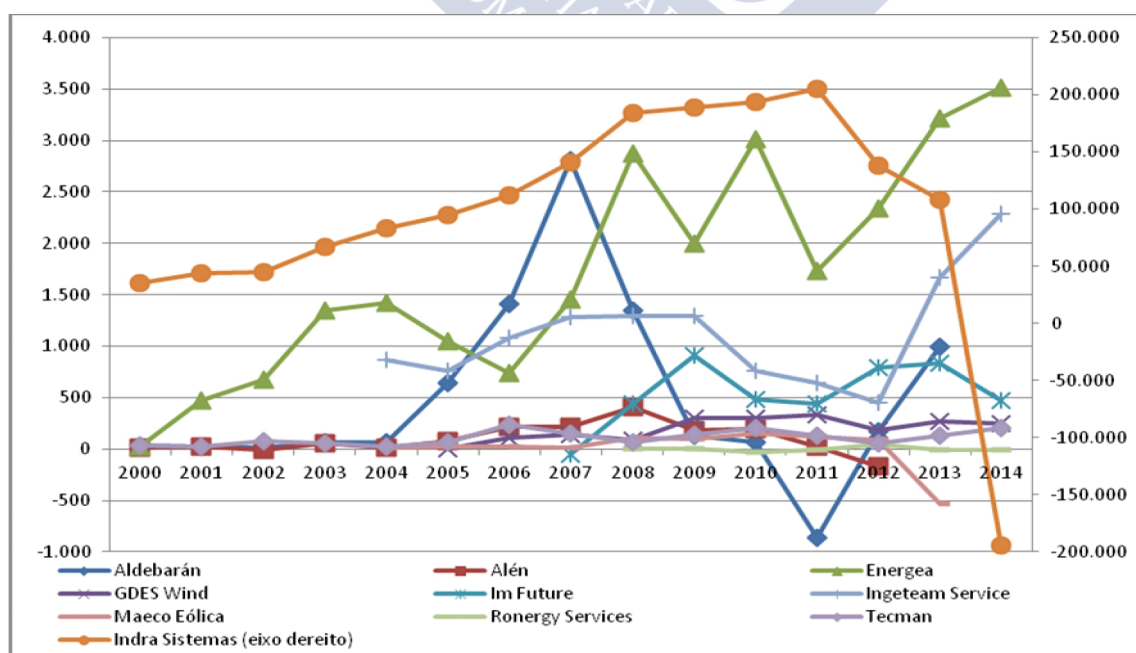
Analizando as tendencias dos ingresos de explotación e dos resultados do exercicio das empresas seleccionadas (Figuras 54 e 55), compróbase a maior estabilidade económico-financeira dos axentes deste segmento. En relación aos ingresos que proveñen da súas actividades ordinarias, cómpre salientar os fortes incrementos de Energea, Indra Sistemas, Ingeteam Service e GDES Wind (antes denominada Salvoravento). No polo oposto, sitúanse as empresas que se citaron anteriormente e que presentan reducións moderadas no seus cadros de persoal. En canto aos resultados do exercicio, é notoria a diminución dos beneficios de Indra Sistemas dende o ano 2011, chegando a acadar perdas no último ano analizado.

Figura 54. Evolución dos ingresos de explotación das principais empresas de instalación, operación e mantemento (miles de euros, 2000-2014)



Fonte: Sabi e Consorcio da Zona Franca de Vigo (varios anos)

Figura 55. Evolución do resultado do exercicio das principais empresas de instalación, operación e mantemento no período 2000-2014 (miles de euros)



Fonte: Sabi e Consorcio da Zona Franca de Vigo (varios anos)

4.2.7. Asociacións profesionais e organizacións empresariais

Finalmente, cómpre analizar as asociacións sectoriais que teñen como obxectivo a promoción e a coordinación das estratexias no sector eólico galego. Dentro do ámbito das asociacións profesionais e organizacións empresariais do sector eólico en Galicia, deben citarse a Asociación Eólica de Galicia (EGA) e o Clúster de Enerxías Renovables de Galicia (CLUERGAL).

A EGA constitúe unha organización empresarial exclusivamente eólica, creada en 1997, a partir de dez promotores eólicos que concentraban o 90% da potencia instalada. Actualmente, tamén están representadas diversas fábricas de compoñentes de Galicia. O seu principal obxectivo é incentivar o desenvolvemento desta fonte renovable a partir dun marco normativo estable, que fomente unha diversificación enerxética e o impulso industrial eólico para Galicia. Deste modo, constitúe un axente esencial no consenso social para o deseño e implementación dos plans eólicos, concursos eólicos e calquera outro instrumento que lle afecte ao sector. Como socia da AEE, tamén participa no debate a nivel estatal sobre a promoción desta fonte renovable. De acordo co seu obxectivo de velar polos intereses dos seus socios, a EGA presentouse en varios casos xudiciais en relación á legalidade do Canon Eólico e ás responsabilidades patrimoniais da Xunta de Galicia, derivadas da anulación do concurso eólico do bipartito.

O Cluergal xurdiu por iniciativa das empresas de compoñentes e servizos de mantemento e consultaría vinculadas ao sector de enerxías renovables a finais de 2010, contando co apoio da Consellaría de Economía e Industria da Xunta de Galicia. Segundo os datos desta asociación establecida en Ferrol, agrúpanse 22 socios cunha facturación de 92 millóns de euros e algo máis de 1.000 empregados (Cluergal, 2016). Entre os obxectivos desta organización destacan a colaboración horizontal entre os membros, potenciar proxectos de investigación e innovación, mellorar a competitividade dos socios e fomentar a capacitación dos recursos humanos. A pesar de que o seu obxectivo inicial é a promoción das enerxías renovables no seu conxunto, ten liñas de actuación propias para a enerxía eólica, posto que gran parte dos seus socios fundadores son empresas ligadas a este sector (Grupo Acebrón, Norvento, Gestamp Wind Galicia, Intaf, Huso 29, Tecman, Neodyn ou Electorayma). Neste sentido, fomenta que os seus socios participen en feiras sectoriais, co obxectivo de promover a súa internacionalización.

Por outra banda, gran parte dos fabricantes de compoñentes están agrupados arredor da Asociación de Industriais Metalúrxicos de Galicia (ASIME). Non obstante, esta última asociación analízase con máis detalle na subepígrafe referente ás tendencias recentes do sector eólico galego, posto que desempeña un papel máis relevante na promoción da diversificación cara a enerxía eólica mariña.

5. Tendencias recentes no sector eólico galego

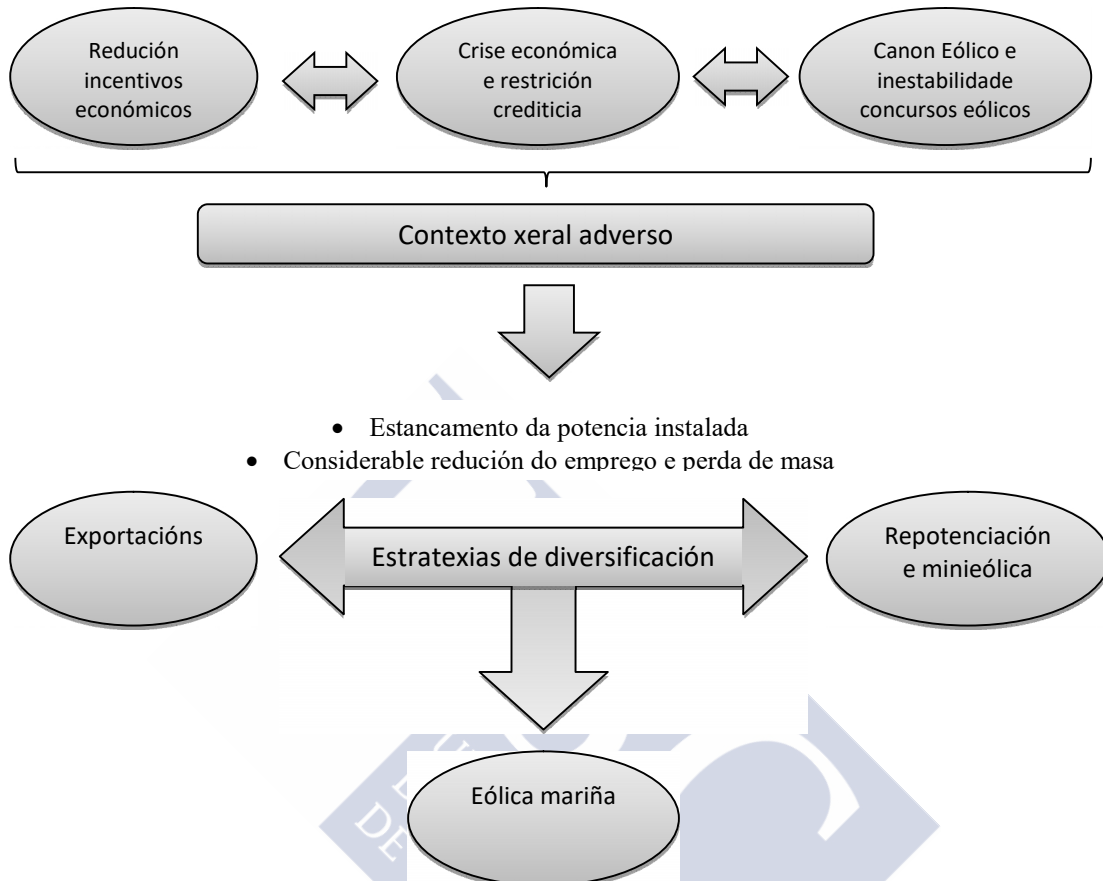
En liñas xerais, o sector eólico galego segue nunha situación de desaceleración dende o ano 2007, mostrando unha considerable atonía do mercado rexional, en termos de nova potencia instalada. A taxa de variación anual acumulada da potencia instalada en Galicia incrementouse tan só nun 0,2% durante o período 2010-2014. Neste sentido, moitos dos factores explicativos deste contexto adverso xa estaban presentes en anos previos, fundamentalmente a crise económica e a inestabilidade en relación aos concursos eólicos; pero xurdiron outros elementos negativos, coma a redución dos incentivos económicos. Como amosa a Figura 56, estes factores retroalimentanse para causar o estancamento da potencia instada, así como unha redución significativa das cifras de negocio, do emprego e, en definitiva, da masa crítica de axentes.

En relación a estes factores negativos endóxeos, tanto a nivel estatal como autonómico, cómpre mencionar que o novo réxime retributivo, introducido polo Decreto-lei 9/2013, elimina o dereito a percibir calquera remuneración pola xeración de electricidade para os parques eólicos anteriores ao ano 2004. Isto aféctalle a máis da metade (55%) dos MW instalados e ao 70% dos parques eólicos galegos. Aos efectos negativos do Canon Eólico hai que sumarlle o imposto do 7% á xeración de electricidade que entrou en vigor no ano 2013 ao promulgarse a Lei 15/2012. Asemade, á suspensión do concurso eólico do 2008 e á aprobación dun novo concurso eólico no ano 2010, únense os recursos interpostos ante dita suspensión e os fallos sucesivos do Tribunal Superior de Xustiza de Galicia (TSXG) e do Tribunal Supremo, nos que finalmente se validou a Resolución do 7 de agosto de 2009⁸⁰ do executivo autonómico. A anulación deste Resolución, que suspendía a tramitación de novas instalacións ao amparo do Decreto 242/2007, puido desencadear o pago de indemnizacións económicas por responsabilidade patrimonial. En todo caso, a falta de claridade e estabilidade dos

⁸⁰ DOG nº 159, do 14 de agosto de 2009.

procesos de tramitación de parques eólicos constitúe un factor que contribúe á parálise sectorial.

Figura 56. Características e tendencias recentes do sector eólico galego no período 2012-2015



Fonte: Elaboración propia

Tras unha fase de forte redución da actividade, as empresas existentes intentaron buscar alternativas ao estancamento do modelo de negocio tradicional, sustentado no crecemento da potencia instalada en parques eólicos terrestres de tamaño medio ou grande. Deste modo, unha das primeiras opcións pasou pola orientación cara aos mercados exteriores. Por exemplo, a fábrica de Vestas deixou de fabricar góndolas para o mercado nacional, para centrarse nos xeradores destinados ao mercado de EEUU; ou Ganomagoga, que orientou parte da súa produción de torres ao mercado brasileiro. Nesta mesma liña, o promotor e fabricante Norvento desenvolveu un modelo de turbina para o segmento da enerxía minieólica, fundamentalmente para aplicación ao sector agropecuario. Dada a falta de incentivos para a xeración a pequena escala, a empresa comezou a súa introdución no mercado británico.

A repotenciación dos parques eólicos existentes tamén constitúe unha alternativa para o mercado galego, dada a existencia dun conxunto significativo de parques eólicos que superan os quince anos (arredor de 600 MW). Neste sentido, non existen incentivos financeiros ou fiscais que fomenten a repotenciación máis alá da bonificación na base imponible do Canon Eólico. Nalgúns países europeos, coma Dinamarca, estableceuse un sistema de recambio (*scrapping system*) de aerogeneradores antigos ou mal posicionados, combinado cunha prima á electricidade xerada. Del Río, Calvo e Iglesias (2011) destacan a relevancia do sistema de primas, os subsidios ao investimento e os concursos de potencia; como instrumentos para estimular a repotenciación de parques eólicos. Porén, non hai unanimidade en relación á viabilidade da repotenciación en contextos carentes de incentivos públicos. Calvo, Iglesias e Del Río (2013) analizaron a viabilidade dos proxectos de repotenciación con datos de parques eólicos españois, e atoparon que a súa viabilidade depende, en gran medida, do nivel de apoio público. Deste modo, ante un escenario carente deste soporte, a viabilidade vese seriamente comprometida. Non obstante, Colmenar-Santos et al. (2015) realizaron unha análise da viabilidade, en función de parámetros económicos e tecnolóxicos, da repotenciación de parques eólicos nun contexto sen sistema de primas mediante un estudo de caso de parques eólicos en Galicia. Estes autores sinalan que a repotenciación é rendible, e incluso preferible á construción de novos parques en determinados contextos. No seu estudo establecen unha vida útil dos aerogeneradores de 13 anos, tempo considerado suficiente para que os investidores puideran pagar a débeda e xerar un fluxo de caixa positivo nos últimos tres anos de vida útil, pero comezan a ser habituais as avarías. Isto indica que podería haber aproximadamente 1.500 MW susceptibles de repotenciar en Galicia para o ano 2016.

Finalmente, a enerxía eólica mariña está emerxendo coma un vector de crecemento, baseado no forte incremento da potencia instalada no mercado europeo, así como unhas expectativas moi favorables en canto á súa evolución ata o ano 2030. Neste sentido, Galicia non conta con parques eólicos mariños, polo que os efectos positivos xerados neste sector débense aos proxectos desenvolvidos no estranxeiro, fundamentalmente, no Mar do Norte e no Báltico. Un bo exemplo desta estratexia de diversificación constitúeo a formación dunha joint-venture, entre os estaleiros públicos de Navantia Fene e a empresa asturiana Windar, co obxectivo de postularse a contratos internacionais para fornecer estruturas para parques eólicos mariños. Esta joint-venture

dou os seus primeiros froitos ao asinar un contrato en 2015 para subministrar 29 jackets (estruturas fixas que se utilizan coma soporte para os aerogeradores) para o parque eólico xermano de Wikinger, operado por Iberdrola. Non obstante, o maior fito, en termos tecnolóxicos, para ámbalas dúas empresas constitúe o subministro de 6 estruturas flotantes de tipo SPAR para o primeiro parque eólico destas características, que será operado por Statoil en augas británicas. Este tipo de estruturas flotantes facilita o aproveitamento do vento en augas profundas, como pode acontecer na plataforma continental española e, en particular, no caso galego. As iniciativas empresariais non rematan nesta experiencia conxunta de Navantia e Windar, posto que a industria auxiliar existente na contorna de Ferrol tamén colabora para que estes proxectos cheguen a bo termo. Asemade, moitas empresas galegas do sector da metalurxia, consultaría e da loxística marítima coordinadas por ASIME (Asociación de Industriais Metalúrxicos de Galicia) e polo Galician Offshore Energy Group⁸¹ (GOE), están penetrando no mercado offshore. O principal obxectivo destas asociacións consiste na identificación de oportunidades de negocio e no posicionamento nos mercados internacionais, así como o deseño das estratexias de investigación e desenvolvemento tecnolóxico e a promoción en foros sectoriais internacionais.

Na Táboa 21 amósanse os principais axentes establecidos en Galicia que penetraron no mercado da enerxía eólica mariña. A identificación dos axentes, así como das súas respectivas actividades principais, realizouse mediante a consulta dos censos de ASIME e do GOE. Seleccionáronse as empresas que presentan un perfil máis definido en relación á enerxía eólica mariña, medido en termos de pedidos e colaboración en proxectos. Asemade, a información económico-financeira consultouse na base de datos empresarial Sabi. A partir desta información, pódese apreciar que moitos destes axentes estaban presentes, previamente, ao longo da cadea de valor do sector eólico terrestre. Neste sentido, empresas como Acebrón Group, Aceuve, Ganomagoga, Gestamp, Ghenova ou Navantia; participaron no sector eólico terrestre, de forma activa ou máis puntual. Tamén é o caso da empresa asturiana Windar Renovables, posto que desenvolveu esta actividade previamente fóra de Galicia, pero dende o ano 2015 realiza actividades manufactureiras en instalacións de Navantia-Fene. Ademais, moitas destas empresas penetraron no mercado da enerxía eólica mariña a partir das súas experiencias

⁸¹ O GOE constitúe un grupo de traballo que engloba empresas e asociacións empresariais galegas que se dedican ao negocio da enerxía marítima (eólica, gas e petróleo ou maremotriz; entre outras). Neste sentido, non só o forman empresas do eido da metalurxia, senón que tamén participan axentes do segmento de bens de equipo, loxística marítima ou da consultaría.

no sector naval, así como nos sectores do petróleo e do gas offshore. Empresas como Industrias Ferri, Prometal, Aislamientos Térmicos de Galicia (AISTER) ou Neuwalme; seguen esta tendencia. Deste modo, compróbase que a cadea de valor do sector eólico mariño mantén moitos aspectos en común coa enerxía eólica en terra firme, pero cunha serie de singularidades que requiren un coñecemento especializado diferente.

Táboa 21. Principais empresas establecidas en Galicia presentes no mercado da enerxía eólica mariña

Empresa	Actividade principal	Emprego	Ingresos (€)
Acebrón Group	Fabricación de compoñentes pesados metálicos para aeroxeradores. Ferramentas para enerxía eólica mariña e unidades de slurificación	38	9.770.522
Aceuve	Instalación do cableado interior dos aeroxeradores e do cadro eléctrico	23	1.538.664
AISTER	Fabricación de plataformas e estruturas flotantes para ambientes mariños	61	3.986.245
Ganomagoga	Fabricación de torres de aeroxeradores	83	9.555.753
Gestamp Wind Steel Galicia	Fabricación de torres de aeroxeradores para a enerxía eólica mariña e terrestre	392	48.967.000
Ghenova	Servizos de consultaría tecnolóxica para a enerxía eólica mariña	191	14.326.550
Industrias Ferri	Deseño e fabricación de grúas, sistemas elevadores e sistemas de rescate para enerxías mariñas	31	4.530.327
Instra Ingenieros	Consultaría tecnolóxica e desenvolvemento de sistemas de control e SCADA	50	3.265.862
Navantia-Fene	Fundacións para parques eólicos mariños (jackets e flotantes)	5.455	560.880.000
Neuwalme	Deseño e fabricación de sistemas hidráulicos	35	4.198.051
Norinver	Deseño e servizos de enxeñaría de compoñentes eléctricos. Liñas de amarre e sistemas de emerxencia. Mantemento preventivo e correctivo	18	2.042.667
Pérez Torres Marítima	Operador loxístico a nivel internacional. Un dos principais operadores líderes no transporte de aeroxeradores en Europa	189	43.559.164
Prometal	Fabricación de estruturas metálicas e traballos de caldeirería para o sector enerxético mariño	18	2.596.525
Servimar Innova	Deseño de novas aplicacións tecnolóxicas para sistema de anclaxe en parques eólicos flotantes	9	1.287.619
Windar Renovables	Fabricación de torres para aeroxeradores e fundacións para parques eólicos mariños	6	9.756.671

Nota: Os datos económico-financeiros refírense ao ano 2014, agás no caso da empresa Servimar Innova que corresponden ao ano 2013. Os datos de Navantia-Fene engloban a todo o grupo Navantia, dada a imposibilidade dunha desagregación rexional.

Fonte: Galician Offshore Energy Group e Sabi

Segundo os criterios relativos a número de empregados e volume de negocio anual establecidos pola Comisión das Comunidades Europeas (Diario Oficial L 124 de 20.5.2003), a maioría dos axentes constitúen PEMEs ou microempresas. Neste sentido, as PEMEs caracterízanse por un número de empregados inferior a 50 e unha facturación menor de 10 millóns de euros. Pola súa banda, as microempresas non acadan os 10 traballadores e a súa facturación é inferior a 2 millóns de euros. O reducido tamaño dos axentes pode constituír unha barreira no proceso de internacionalización, debido aos

seus elevados custos, que poden ser dificilmente asumibles (Leonidou, 1998; Wagner, 2001; Majocchi, Bacchiocchi e Mayrhofer, 2005; Rodil, Vence e Sánchez, 2015).

En relación á cadea de valor, pódese apreciar que as empresas seleccionadas cobren un número significativo de segmentos da cadea de valor. Non obstante, ao igual que acontece coa enerxía eólica terrestre, existe unha carencia de fabricantes de aeroxeradores. En primeiro lugar, cómpre mencionar o papel central desempeñado por Navantia-Fene e Windar Renovables na fabricación de fundacións para parques eólicos mariños promovidos por Iberdrola e Statoil en Alemaña e Escocia, respectivamente. Estes proxectos constitúen un estímulo clave para a industria auxiliar da contorna, debido ao volume dos contratos e á necesidade de subcontratar a elaboración dunha parte significativa dos compoñentes. Asemade, tamén se debe mencionar a relevancia mediática acadada por ámbalas dúas empresas, o que pode xerar un efecto imitación noutros axentes. Outras empresas, como Gestamp ou Ganomagoga, están posicionándose neste sector a través da fabricación de torres. Pola súa banda, Industrias Ferri adapta o seu abano de produtos e servizos á enerxía eólica mariña, fabricando grúas para provedores como Iberdrola ou Scottish Power, entre outros. Tamén empresas pequenas, como Servimar Innova, apostan decisivamente por este sector, desenvolvendo novos sistemas de anclaxe para plataformas flotantes e o seu aproveitamento para outros fins comerciais como a acuicultura. No eido das empresas de servizos, cómpre mencionar ao grupo Pérez-Torres, que constitúe un dos principais operadores de transporte marítimo de aeroxeradores en Europa.

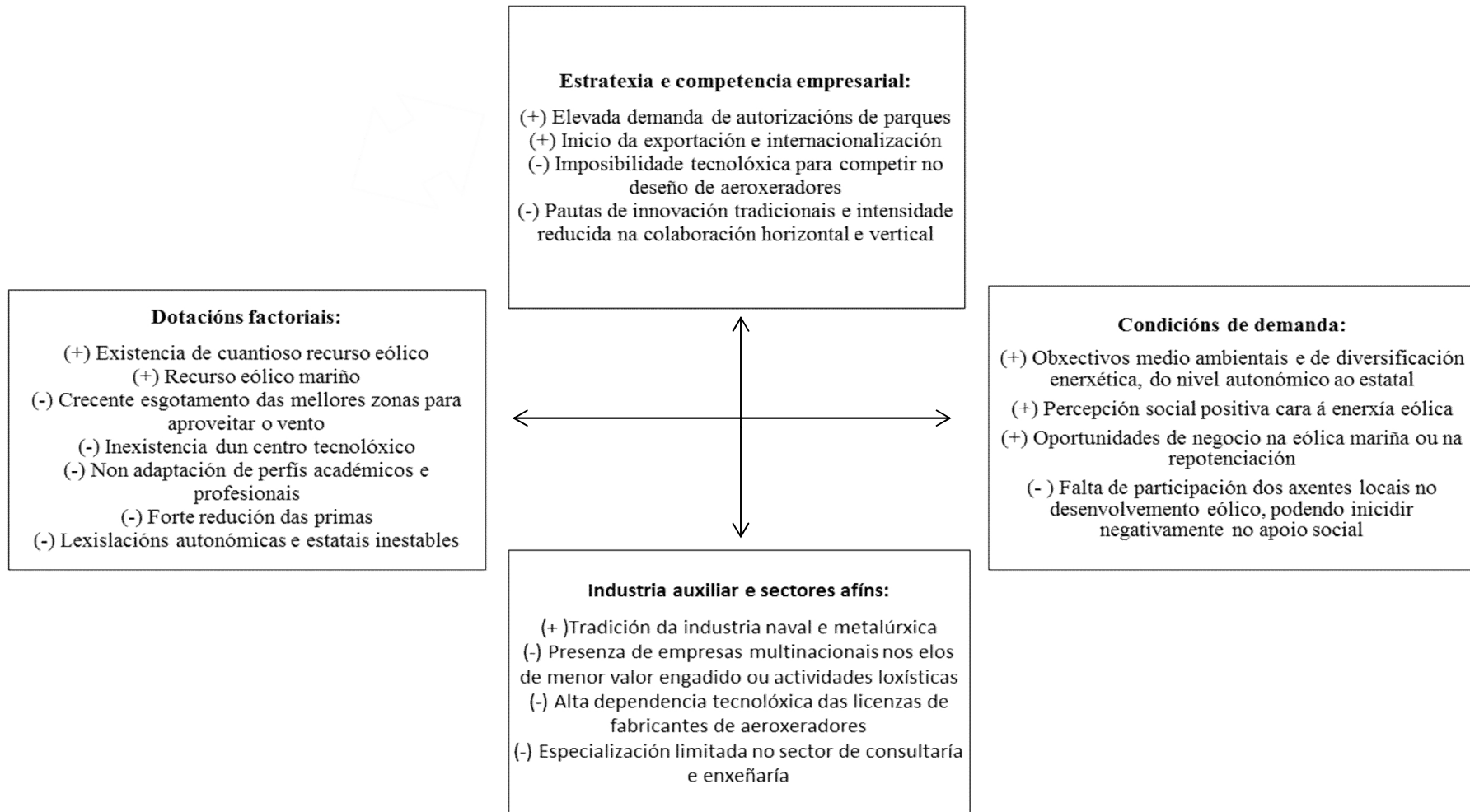
A maior parte das tendencias á diversificación analizadas previamente e que emerxeron nos últimos anos no sector eólico galego dependen, en gran medida, dunha crecente internacionalización dos axentes. A pesar das expectativas favorables dalgunhas delas, aínda é cedo para avaliar o seu éxito, dadas as súas recentes traxectorias. Ademais, descoñécese o impacto que poden xerar os custos de transporte asociados á exportación nestes segmentos emerxentes, cando se incrementa a competencia internacional, especialmente, nos mercados de destino. De todos modos, estas estratexias de diversificación representan unha oportunidade para un sector significativamente afectado polo estancamento no segmento da enerxía eólica terrestre en Galicia e no resto do Estado.

6. Nivel de desenvolvemento e competitividade do sector eólico galego

Nas epígrafes previas identificáronse os principais axentes do sector eólico galego, así como as principais tendencias sectoriais, especialmente, no eido institucional. A modo de síntese, esta epígrafe analiza dende unha perspectiva sistémica as características e as tendencias analizadas ao longo do capítulo. Neste sentido, unha das técnicas que examina o nivel de desenvolvemento e, fundamentalmente, a competitividade dun sector a nivel internacional, constitúea o diamante da vantaxe nacional (Porter, 1998). Este diagrama que analiza a competitividade estrutural do sector supón unha visión integrada e sistémica das vantaxes e desvantaxes que posúen os compoñentes dunha industria ou sector que se integran e operan nun marco socioeconómico determinado. Deste modo, existen catro factores interrelacionados, fortalecéndose ou debilitándose mutuamente, que determinan a competitividade da industria. O primeiro factor constitúeno as dotacións factoriais, como poden ser a existencia de recursos naturais abundantes utilizados polo sector, a presenza de man de obra cualificada, a infraestrutura tecnolóxica e de transportes, etc. Asemade, as condicións de demanda e, en especial, a composición e as preferencias xogan un papel importante para caracterizar o entorno onde se desenvolven os axentes. Igualmente, outro factor clave é a existencia de industrias auxiliares e sectores afíns internacionalmente competitivos. Desta forma, a presenza de provedores internacionalizados tende a favorecer un subministro eficiente e rápido de inputs. Ademais, as relacións próximas establecidas con provedores competitivos a nivel internacional favorecen a adopción de estándares, de dinámicas innovadoras e de intercambio de coñecemento. Finalmente, o factor do diamante determinante para favorecer a competitividade dun sector ou clúster constitúeno as estratexias, organización e o nivel de competencia empresarial existente.

Seguindo esta metodoloxía, elabórase un diamante para o sector eólico galego que se presenta na Figura 57. A análise da competitividade dun sector a partir do estudo das fortalezas, debilidades, cambios existentes e tendencias futuras constitúe un dos métodos para avaliar estas aglomeracións industriais (García, 2011). Ademais, quedan patentes as carencias para favorecer o salto tecnolóxico do sector e o posible campo de actuación das políticas públicas dirixidas a fomentar o desenvolvemento dun clúster da enerxía eólica.

Figura 57. Diamante de competitividade para o sector eólico galego



Fonte: Elaboración propia

Observando o conxunto de axentes participantes no sector eólico, pódense apreciar certas carencias, así como fortalezas. Así, dentro do subsector industrial vinculado á explotación deste recurso renovable destacan varias debilidades. En primeiro lugar, non se estableceu ningún fabricante de aerogeradores, polo que existe unha forte dependencia dos deseños e patentes foráneos, o que sitúa á industria nunha posición tecnoloxicamente débil. Asemade, a presenza de multinacionais estranxeiras limitase á elaboración de compoñentes de menor valor engadido e a desempeñar tarefas loxísticas, o que reduce os efectos positivos sobre o territorio. Este fenómeno tradúcese nunha reducida capacidade innovadora do sector e nunhas pautas de innovación moi dependentes dos provedores (Varela-Vázquez e Sánchez-Carreira, 2011). Unha posible solución a esta carencia pode consistir en desenvolver un centro tecnolóxico con participación do sector público, co obxectivo de superar esta barreira tecnolóxica e acceder ao circuíto de fabricantes de aerogeradores. As propias empresas existentes que fabrican diferentes compoñentes para turbinas eólicas son incapaces de solucionar este problema, debido á dependencia dos pedidos dos grandes fabricantes, o que as incapacita, no curto prazo, para desenvolver unha senda tecnolóxica independente dos deseños preestablecidos.

A perda progresiva de masa crítica tras o estancamento producido dende o ano 2008, pode causar embotellamentos ante un auxe futuro da enerxía eólica terrestre ou mariña en Galicia e no resto de España. Debe matizarse a baixa intensidade innovadora, que pode causar falta de competitividade internacional e perigo de deslocalización. Neste sentido, a penetración no mercado da enerxía eólica mariña, mediante a obtención de contratos internacionais por parte de empresas establecidas en Galicia, pode constituír unha oportunidade crucial para darlle un novo pulo ao sector eólico. Non obstante, aínda é complexo estimar se a enerxía eólica mariña vai constituír un revulsivo para a situación sectorial actual.

Outra debilidade constitúea a carencia de titulacións académicas superiores centradas na enerxía eólica, posto que a súa presenza nos programas redúcese a materias específicas nos plans de estudos de másters oficiais nas universidades galegas. Asemade, existe un déficit de persoal con perfil de Formación Profesional (FP) para as empresas do sector (Ib.). Un dos factores máis beneficiosos para as empresas da proximidade xeográfica dentro dunha aglomeración industrial consiste na provisión de capital humano e recursos tecnolóxicos especializados. Polo tanto, unha política

industrial integral exitosa debería configurar un conxunto de titulacións de FP e universitarias en coherencia co tecido produtivo presente ou que se pretende impulsar (García, 2011).

A nivel institucional, o panorama tamén é preocupante, debido á forte inestabilidade normativa, posto que son frecuentes os cambios de dirección na regulación do aproveitamento eólico e mesmo a paralización de concursos eólicos en marcha (Regueiro, 2010). Igualmente, o incumprimento dos compromisos coa Administración Pública por parte dos promotores de parques constitúe un factor alarmante debido aos seus efectos no desenvolvemento eólico e, en especial, na industria eólica galega (Simón et al., 2010). No eido das primas ás enerxías renovables, cómpre mencionar o efecto negativo que tiveron os sucesivos recortes no réxime retributivo. Porén, na situación actual de forte crise económica e de restrición crediticia, a diminución de ingresos vía primas reduciría a rendibilidade esperada dos proxectos e, polo tanto, o seu financiamento. Os cambios máis recentes do réxime retributivo baseáronse, en primeiro lugar, na limitación das horas nas que se pode obter unha prima mediante a comercialización no mercado diario (Decreto 1614/2010) e, posteriormente na supresión dos procedementos de preasignación de retribución e dos incentivos económicos para as novas instalacións (Decreto-lei 1/2012). Finalmente mudouse o sistema de primas cara outro baseado na rendibilidade razoable (Decreto-lei 24/2013 e Decreto-lei 9/2013). Ademais, os problemas de valoración económica dos terreos afectados polos parques eólicos (Regueiro, 2010) e a reducida participación das comunidades locais pode reducir a aceptación social deste recurso renovable⁸². Deste modo, pódese mencionar o xurdimento recente de colectivos locais, fundamentalmente grupos ecoloxistas e comuneiros, en clara oposición aos parques eólicos⁸³. En países europeos cun sector eólico de relevancia internacional, como é o caso de Dinamarca, a aceptación social constituíu un factor que acompaña o desenvolvemento do sector nun contexto caracterizado por políticas públicas integrais de fomento dende a perspectiva industrial, tecnolóxica e de investigación (Gregersen e Johnson, 2008).

Polo tanto, no diagnóstico da competitividade dun sector debe adoptarse unha visión sistémica, na que os diferentes factores se retroalimentan. Deste modo, se non se

⁸² Un estudo interesante sobre a percepción social en Galicia da xeración de electricidade mediante fontes de enerxías renovables constituíu Prada et al. (2007): “Percepción social sobre xeración de electricidade con fontes de enerxía renovable en Galicia”, *Revista Galega de Economía*, vol. 16, nº 1, pp. 7-26.

⁸³ Algúns destes exemplos son o parque eólico na Serra do Galiñeiro e o parque eólico Pedrarrubia.

fomenta un salto tecnolóxico do sector no seu conxunto, cun incremento da masa crítica e da competencia en tódolos segmentos, e a implantación de empresas proveedoras e clientes competitivos, non se poderá alcanzar a fase de consolidación dun sector competitivo con presenza internacional. Neste sentido, na actualidade só se conta con certos elementos dun sector consolidado e unicamente se pode falar do xurdimento, pero non da súa consolidación. Para a consecución deste obxectivo, baixo unha perspectiva sistémica e integrada, cómpre actuar nas diferentes dimensións, dende o nivel industrial ata a formación do capital humano, pasando por un modelo de desenvolvemento máis aberto ao resto dos axentes autóctonos e estranxeiros. O cambio de estratexia das políticas enerxético-industriais para que prime o fomento dun tecido produtivo endógeno en conexión coas cadeas de valor globais, máis alá do incremento da potencia instalada, é clave para consolidar un conglomerado de axentes e interaccións que poidan aproveitar a explotación do recurso eólico.

Por todo isto, podemos afirmar que o sector eólico galego presenta unhas marcadas características de sector periférico. Cómpre mencionar como singularidades dos sectores periféricos a baixa intensidade innovadora, a carencia de masa crítica e infraestrutura tecnolóxica, así como vantaxes comparativas sustentadas na dotación de recursos naturais (Markusen, 1996; Tödtling e Trippel, 2005). Asemade, a inestabilidade macroeconómica e a debilidade institucional, presentes no desenvolvemento do sector eólico galego, tamén son características comúns nos sectores periféricos (Tödtling e Trippel, 2005). Deste modo, o deseño e implementación de políticas de fomento deben ter en conta o proceso de evolución sectorial e a súas singularidades, co obxectivo de non replicar políticas exitosas, pero aplicadas noutros contextos socioeconómicos diferentes.

7. Conclusións

No desenvolvemento sectorial inflúe un amplo abano de factores de diferente natureza e alcance xeográfica que poden estimular ou bloquear dito proceso. A estrutura produtiva preexistente, as distintas institucións involucradas, as dinámicas das cadeas de valor ou as condicións de mercado; desempeñan un papel clave para fomentar a emerxencia e posterior consolidación dun sector. No caso do sector eólico galego,

tamén están presentes unha ampla variedade de axentes e dinámicas que influíron de forma diferente e con distinta intensidade ao longo deste proceso.

O sector eólico galego contou cunhas precondicións favorables para a súa emerxencia a comezos da década dos noventa do século XX. Estas vantaxes de partida consistiron nun abundante recurso eólico distribuído polas catro provincias, así como unha industria auxiliar, fundamentalmente vinculada ao sector naval, que representou a semente do subsector industrial. Baseada a súa emerxencia nestas condicións de partida e unhas políticas a nivel autonómico e estatal que favoreceron o incremento da potencia instalada, o sector eólico foi incrementando progresivamente o seu tamaño. Porén, nesta fase de auxe, o tecido industrial galego desempeñou un papel máis ben secundario na cadea de valor, primando a especialización en actividades de menor valor engadido, como pode ser a fabricación de torres ou góndolas, ou as actividades loxísticas. Este tipo de especialización é susceptible de sufrir procesos de deslocalización ante o estancamento do mercado local, debido a que constitúen actividades cun alto grao de estandarización. Asemade, a falta de infraestrutura tecnolóxica de apoio, así como unhas políticas públicas que perseguiron fundamentalmente o incremento da potencia instalada, permitiron esta inercia.

Ante un forte estancamento do mercado debido a unha inestabilidade normativa dobre, no eido estatal e autonómico, e un contexto macroeconómico adverso; o sector eólico galego perdeu tamaño e capacidades. Dentro dos factores puramente sectoriais que afectaron negativamente dende os anos 2007 e 2008, cómpre destacar a recorrente inestabilidade nos concursos eólicos e os fortes cambios no réxime retributivo que, en esencia causaron unha redución moi significativa, e con efectos retroactivos, dos incentivos percibidos polos propietarios de parques eólicos. Ademais, hai que sumar o Canon Eólico, tributo de natureza extrafiscal, e o imposto do 7% á xeración eléctrica. Todos estes factores, de natureza endóxena ou esóxena, actuaron negativamente nun sector que non se caracterizou por un alto nivel de resiliencia. Deste modo, o sector eólico galego non chegou a acadar un estadio de consolidación, quedando truncado o seu desenvolvemento.

A pesar do xurdimento no horizonte de alternativas para o sector eólico, como pode ser a enerxía eólica mariña, a repotenciación ou a enerxía minieólica; cómpre deseñar e implementar un programa de políticas específico para resolver estas singularidades. Neste sentido, o programa debería ser multidisciplinar, debido á

diferente natureza dos problemas, co obxectivo de restablecer as condicións previas e implementar medidas orientadas a incrementar a competitividade. Desta forma, incrementar as capacidades endóxeas do sector e estreitar lazos coa cadea de valor global, poderían constituír metas para aproveitar as oportunidades que se albiscan no horizonte. Mellorar a resiliencia sectorial ante shocks, tanto esóxeos coma endóxeos, e aumentar o valor engadido xerado no territorio, favorecería a creación de emprego de calidade, así como maiores graos de cohesión territorial e social.



CHAPTER 6

ECONOMIC EFFECT OF WIND ENERGY ON THE GALICIAN ECONOMY



1. Introduction

Environmental issues and the diversification of the energy mix have been traditional main goals in policy agendas concerning the promotion of renewable energies. However, the consolidation of technological and economic mature alternatives to conventional energy sources could trigger remarkable economic benefits, such as the diversification of the industrial structures or job creation. This phenomenon points out the need of quantifying the economic impact, as well as to assess their potentialities and the outcomes of policies. This analysis might be even more crucial in peripheral regions, which are characterised by institutional thinness, slow economic growth and a low level of innovative performance (Markusen, 1996; Tödtling and Trippl, 2005).

Wind energy is the best example of this consolidation and it has reached a high degree of diffusion and technological development. Nevertheless, the economic analyses of this renewable energy undergo some disadvantages concerning the abundance of meta-analyses and metrics based on MW⁸⁴ ratios, which do not consider regional specializations (Blanco and Rodrigues, 2009; Dalton and Lewis, 2011). There is also an analytical need to consider the differences between temporal and permanent activities in wind power (Llera et al., 2010; Lambert and Silva, 2012;). In this regard, both kinds of activities show different drivers, dynamics and economic effects on the regional economy, mainly in terms of employment. For these reasons, it could be advisable to classify the elements of the sectoral value chain into these two categories.

The main goal of this chapter is to analyse the economic impact, in terms of contribution to the GDP and employment, of wind energy on Galicia, a Spanish peripheral region. This region was one of the leaders in Spain regarding installed capacity, but with a low level of industrial capacity. This quantification is performed both at the regional and sectoral level, considering the productive singularities and dynamics. The methodology is based on the analysis of the wind energy value chain regarding the study of the cost and investment breakdowns between temporal and permanent activities. Likewise, it is also applied the input-output (IO hereinafter) approach concerning the measurement of the economic impact. Furthermore, the methodology avoids the drawback in the input-output approach related to the fixed technical coefficients (Llera et al., 2010; Lambert and Silva, 2012). It solves this

⁸⁴ The megawatt (MW) is a unit of power equal to one million watts.

weakness by updating the Galician symmetric matrices by means of a variation of the RAS technique, which is a biproportional procedure of matrix adjustment. Hence, this more accurate methodology represents a step forward in the economic analysis of wind energy, because it takes into account the different dynamics in temporal and permanent activities, as well as it solves the main disadvantages of input-output models.

The chapter is structured in three sections, starting with this introduction. Section two presents a literature review about the economic impact estimation of wind energy, mainly on European economies as well as in the USA. In this regard, the main methodologies for such quantification are based on input-output and analytical methods. Section three describes the methodology regarding the Leontief Quantity Model applied to the case-study of the Galician wind sector, the cost structure and the investment breakdown between temporal and permanent activities. Likewise, it explains briefly the matrix updating technique. Finally, section four shows the main results linked to the quantification of the output multipliers, the sectoral contribution to the GDP and the job creation.

2. Literature review about economic estimation of the wind energy sector

Wind energy stands out as one of the most technological mature renewable technology with a worldwide diffusion, both in developed and developing economies. Its deployment makes easier to face global warming and air pollution, as well as enhancing energy security. Moreover, the investment and the operation and maintenance of the facilities of this renewable energy could trigger economic benefits to the local and regional economies, in terms of higher employment and the development of industrial capabilities. For these reasons, several studies attempted to estimate the socioeconomic impact of wind energy on the economy, in different states of development and institutional contexts. The main aims of these studies are to enlighten the economic potentialities, as well as the social debate related to the advantages and disadvantages of wind energy. In this regard, public debate concerning wind energy should be focused on the following triple basis, beyond traditional environmental issues: social, economic and environmental sustainability.

The economic quantification of the wind sector represents a large challenge because of the complex value chain spread around the world. Wind turbines are

composed of a wide array of components from different industries, and the installation and operation of wind farms require different kinds of tailored services. Furthermore, many firms in the wind value chain also undertake tasks from other sectors, which makes difficult to isolate the impact of this renewable energy on the economy. Thus, studies which would like to address this issue may need to gather as much information as possible in order to cover all the elements of the value chain, as well as the regional specifications.

Studies focused on the economic impact of wind energy are based mainly on two different methods: input-output and analytical methods (Blanco and Rodrigues, 2009; Lambert and Silva, 2012). Firstly, IO methods depend on the primary data from the supply and use tables as well as the symmetric tables designed by the national and regional statistic institutes. This methodology enables to analyse the direct and indirect impact on the output of an economy given a stimulus in the final demand by means of the sectoral interrelations of the IO framework. These effects will be defined and explained in detail in the next section concerning the methodology of the case-study. In addition, there is an induced effect, analysed through the social accounting matrix, but it exceeds the scope of this study. In this regard, it is key to collect accurately the data in relation to which industries are directly linked to the target sector, as well as isolate imports and exports. Sometimes, IO models are supplemented by questionnaires, especially in the case of new sectors, where interviews with technicians and practitioners are essential to understand the sectoral dynamics (Miller and Blair, 2009). With regard to the disadvantages of this methodology, fixed technical coefficients and the time lag between data collection and publication of the IO tables would be remarkable drawbacks (Lambert and Silva, 2012), but it could be overcome by the use of matrix updating methods (Miller and Blair, 2009). Given the cost of carrying IO models due to the amount of information required and the detailed characterization of the linkages among sectors (Blanco and Rodrigues, 2009; Ortega et al., 2015), it is crucial to plan all the analytical phases.

Analytical methods represent another way to estimate the economic impact of wind energy, based mainly on surveys. In this regard, they could be useful for economic impact analysis in local and regional contexts where IO tables are not available (Lambert and Silva, 2012). This methodology only can quantify direct effects (Blanco and Rodrigues, 2009; Lambert and Silva, 2012), and it sometimes combines IO models

to quantify indirect effects (EWEA, 2012). In addition, these methods determine several kinds of jobs/MW ratios (Dalton and Lewis, 2011), and they should need to conduct extensive surveys to achieve a representative sample, as well as enough information concerning the features and singularities of each area. In addition, it should be advisable to complete the surveys with firms' financial statements, as well as information from the firms' websites. Given the relevance of surveys and their representativeness, this methodology is also associated with high costs and the risk of low rate of responses related to the questionnaires.

As Table 22 shows, the main recent studies on economic impact of wind energy could be classified into the aforementioned two categories or they are a combination of both methodologies. Moreover, the main meta-analyses (literature review and comparison of the existing studies) are also mentioned. Geographical coverage mainly encompasses Europe, with an especial focus on Spain, and the USA, which represent the main traditional markets for wind energy. Furthermore, these studies were published from 2003 to 2015.

Concerning IO analyses, several studies should be highlighted. Aixalá, Sanaú and Simón (2003) and Simón et al. (2009) estimate the impact of wind energy deployment on the regional GDP and employment of Aragón (Spain). They use the regional IO tables, the financial statements of the firms established in the region, as well as the local content requirement data from the industrial plans of the wind farm developers. In this regard, they differentiate between installation and operation and maintenance activities, and the wind energy contribution reaches 0,85% and 0,33% of the regional GDP and employment, respectively. The Spanish Wind Energy Association (AEE, 2012b) also develops an IO model to quantify the wind energy contribution to the Spanish economy. This sectoral association underlines the decline of this contribution due to the cutbacks in the Spanish remuneration scheme for renewable energies, as well as the effects on the economic crisis since 2008. In spite of this context, more than 27.000 direct and indirect jobs were created by this renewable energy. Slattery, Lantz and Johnson (2011) quantify the wind economic impact in West Texas (USA) through the *Jobs and Economic Development Impacts* (JEDI) model based on the IO methodology. They estimate job creation at state level as well as within a 100-mile radius of the wind farms in order to achieve a more real image of the economic impact on local communities. Lehr et al. (2008) undertake a comprehensive study of the

renewable energy sector, including wind energy, in Germany. They combine an IO methodology with an extensive questionnaire aimed at more than 1.000 agents, as well as IO econometric models (PANTA RHEI). In this regard, they analyse the employment effects in 2004, as well as several forecasts for the years 2010, 2020 and 2030.

With regard to the analytical models, Llera et al. (2010) undertake a fieldwork in Aragón through surveys addressed at the firms included in an industrial sector database previously defined. Given this information as well as secondary sources, they design, estimate and assess several measures related to the territorial situation, technology, business structure, training supply and professional structure. Regarding employment, estimations are based on a ratio framed by a numeric sub-ratio (jobs/MW) and a sub-ratio of quality expressed as a quality factor. Empirical evidences from this study underline that wind energy jobs require high levels of training and the employment is concentrated on the manufacturing phase. Ortega et al. (2015) develop several kinds of dynamic jobs/MW ratios to EU member states, applying the learning curves in the cost structure in order to take into account the technological learning in onshore and offshore wind, as well as photovoltaic. In addition, they estimate the manufactured capacity taking into account the exports and isolating the imports by means of the PRODCOM database⁸⁵. Results highlight the relevance of the employment created in onshore wind and photovoltaic in the EU and the dependence on manufacturing activities in each sector. Wei, Patadia and Kammen (2010) conduct a research in the USA, through the normalization of job/MW ratios from previous studies, using a methodology similar to that described in Kammen et al. (2004). They found that non-fossil fuel technologies (renewable energies, carbon capture and storage and nuclear power) are more labour-intensive than coal and natural gas. Blanco and Rodrigues (2009) conduct extensive surveys in different EU member states aimed at estimating different ratios across countries, which significantly differ, in order to quantify direct employment. Using similar methodology, EWEA (2009) estimates direct employment, based on surveys, as well as indirect employment through previous reports and meta-analysis.

⁸⁵ PRODCOM is a database elaborated by Eurostat, which provides information on the production of manufactured goods.

Table 22. Literature review on the main studies concerning wind energy economic impact

Reference	Methodology	Main results
Ortega et al. (2015)	Methodology based on dynamic employment factors (jobs/MW and learning curves) applied to onshore and offshore wind, as well as photovoltaic sectors in EU during 2008-2012	Employment in the three sectors is geographically concentrated on five countries (Germany, Denmark, Italy, Spain and UK) Onshore wind and photovoltaic account each 45,5% of the total employment and offshore wind represents almost 9% Manufacturing is the most relevant activity in each sector, followed by installation and operation and maintenance
APPA (2014)	Undefined methodology. Previous studies from this sectoral association (2009) estimate direct impact through financial statements and questionnaires, and indirect impact through IO analysis	Wind energy reached the 3 rd position in terms of contribution to the GDP in 2013 (20,3% of the total impact of the renewable energies) Wind energy accounts for 17.850 total jobs in 2013 (10.086 direct and 7.764 indirect jobs). Significant slowdown since 2009
Lambert, R.J. & Pereira, P. (2012)	Meta-analysis of past metrics to estimate employment in the renewable energy sector	Inaccuracies associated with ratios from other studies and locations There are several factors which affect job estimation: labour intensity, cost increase and availability of investment, job losses, job quality, gross and net employment, model assumptions and influence of sources of information
EWEA (2012)	Financial statements to quantify direct GDP contribution and employment. Indirect contribution based on IO	Wind industry represents 0,26% of the EU GDP in 2010 Wind industry total employment accounts for 238.000 jobs in 2010, an increase of 30% since 2007 R&D expenditures represents 5% of its turnover in 2010
AEE (2012b)	IO analyses, supplemented with information concerning the composition of the demand of the wind energy sectors	Direct employment represents the bulk of the total employment More than 27.000 jobs (direct + indirect) in 2011 Decline of the economic contribution of wind energy since 2009
Dalton, G.J. & Lewis, T. (2011)	Meta-analysis of existing metrics used to estimate job creation of renewable energy technologies. Ireland is the main focus, but also comparisons with EU members.	Jobs/MW installed in one year is an inaccurate ratio to quantify employment. Jobs/cumulative MW could be a more reliable metric Alternative metrics such as jobs/100 head of population or MW/million head of population may be more reliable
Slattery, M.C.; Lantz, E. & Johnson, B.L. (2011)	Jobs and Economic Development Impacts (JEDI), based on the standard IO methodology, to estimate economic impacts in four counties in West Texas	Wind turbine and supply chains impacts represent 58% of the employment generated during the construction phase On average, the projects analysed supported 225 workers per year during the fourth year of construction
Llera et al. (2010)	Analytical method based on a ratio framed by a numeric sub-ratio (jobs/MW) and a sub-ratio of quality expressed as a quality factor. The region of Aragón (Spain) as a case-study. Classification of activities following a life-cycle approach.	More than half of the workers requires high levels of training Most of the jobs are concentrated on the manufacturing phase. The closure of thermoelectric power stations and the increased relevance of cogeneration and combined cycles (with less employment intensity) could explain the decline in fossil fuel employment

Reference	Methodology	Main results
Wei, M.; Patadia, S. & Kammen, D.M. (2010)	Data normalization of the job/MW ratios from previous studies in the USA. Two job function grouping: (1) construction, installation and manufacturing; (2) O&M and fuel processing.	Non-fossil fuel technologies create more jobs per energy unit than coal and natural gas Four million full-time-equivalent job- years could be generated by 2030 through renewable energy, nuclear power and carbon capture and storage technology deployments
Blanco, M.I. & Rodrigues (2009)	Thematic survey on direct employment in the different EU member states	Direct employment is concentrated on Denmark, Spain and Germany Manufacture activities accounts for the lion's share of the jobs (59%) Jobs/MW ratios significantly differ within countries Proximity to large markets, positive national regulation and the quality and cost of the labour force as key factors to set a business
Simón et al. (2009)	IO model applied to the wind energy in Aragón (Spain). Two IO frameworks (1999 and 2005) are used. Analytical differentiation among activities related to installation, as well as operation and maintenance is addressed.	Wind energy contribution reaches 0,85% of the regional GDP, as well as 4,13% of the industrial GDP in 2007 Wind energy accounts for 0,33% and 1,69% of the regional and industrial employment, respectively, in 2007
EWEA (2009)	Direct employment based on EWEA survey. Indirect employment estimation based on reports and meta-analysis	Wind turbine and component manufacturer represent the lion's share of the direct employment in Europe (59%) Wind energy total employment accounts for 154.000 jobs in 2007. The jobs/annual MW ratio ranges between 1,2 to 7,5. The jobs/cumulative MW ratio ranges between 0,07 to 0,4.
Lehr et al. (2008)	IO analysis based on more than 1000 interviews with an extensive questionnaire. IO econometric model is also applied.	Wind gross employment accounts for 41% (64.000) of the renewable energy employment in 2004 German export market share of wind products reached 40% in 2004
Pedden, M. (2005)	Meta-analysis of 13 studies focused on the USA	Wind farms trigger a large direct impact on local peripheral areas Labour skills as key factor of job creation in local areas The jobs/MW ratio for wind energy ranges between 0,36 to 21,37
Kammen et al. (2004)	Meta-analysis of past employment studies in the EU and USA	Renewable energy technologies are more labour-intensive than fossil-fuel both per unit of energy produced and per US\$ of investment The jobs/MW ratio for wind energy ranges between 0,71 and 2,79. Significant differences across regions
Aixalá, J.; Sanaú, J. & Simón, B. (2003)	IO model applied to the wind energy in Aragón (Spain). Analytical difference among activities related to installation as well as operation and maintenance is addressed.	Investment in wind farms generate an average of almost 1.100 jobs/100 MW per year during the period 1996-2005

Source: Own elaboration

A third category of studies combines analytical methods with IO models. In this regard, EWEA (2012) or APPA (2014) use financial statements and questionnaires to estimate direct impact of wind energy on the employment and GDP, but these results are supplemented by an IO model to estimate indirect impact. Both of them are sectoral organisations, which makes the collection of high quality primary data easier. From the theoretical perspective, this method to quantify direct impact is characterised by its transparency and the survey cost could be smaller, because the sectoral organisations are in charge of gathering data.

Finally, meta-analyses are less relevant in terms of methodological advances as well as new empirical evidences, but they could summarise the singularities and commonalities. In this way, both IO models and analytical methodologies highlight the fact that employment figures and contribution to the GDP significantly differ across regions even with a similar diffusion of wind energy. For this reason, it is not advisable to use ratios, especially without a previous extensive fieldwork.

3. Analytical methodology

The empirical methodology is based on the input-output approach and the analysis of the wind energy value chain. The economic impact study should keep in mind the regional special features, as well as the distinctive characteristics of value chains (Llera et al., 2010). The analytical methodology is described in the next subsections, focusing on the specification of the Leontief Quantity Model, which constitutes the foundation for later quantifications. It also deals with the process of gathering and organising data; and finally the explanation of the updating technique applied in order to obtain more accurate results.

3.1. Economic quantification methodology

The economic quantification stands out as one of the main instruments in order to analyse the socioeconomic relevance and the sector's potential, specific variables or exogenous shocks, among others. Then, there are hardly any doubts about its relevance for policy design. For this purpose, the Leontief Quantity Model (also called demand pull) is applied because it enables to quantify the result of a stimulus or change in the

final demand $\Delta y = (\Delta y_i)$; triggered by the installation of new wind farms and the permanent activities developed within the daily activity.

The foundations of the Leontief Quantity Model are based on the following equation (Eurostat, 2008; Miller and Blair, 2009):

$$x = (I - A)^{-1} y = Ly, \quad (1)$$

where x is the output vector with n rows depending on the number of sectors; $(I - A)^{-1}$ or alternatively (L) represents the Leontief inverse or the total requirements $n \times n$ matrix; and y is the column final demand vector with n rows.

In more detail,

$$(I - A) = \begin{pmatrix} (1 - a_{11}) & -a_{12} & \cdots & -a_{1n} \\ a_{21} & (1 - a_{22}) & \cdots & -a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -a_{n1} & -a_{n2} & \cdots & (1 - a_{nn}) \end{pmatrix} \in M_{n \times n}(\mathbb{R}), \quad (2)$$

where $a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j}$ is a technical coefficient which represents the demand of inputs from sector j produced by sector i per unit of output of sector j . Hence, this matrix embodies the inter-sectoral linkages and, therefore, the technological interrelations. It is calculated from the symmetric matrix, as well as the supply and use tables from the IO framework. These matrices are usually provided by the national/regional statistic institutes offices and they constitute one of the basis for updating productive structures and general IO analysis⁸⁶.

Then, if it is known an increase in the final demand of one or several sectors in the economy, it is possible to quantify the output increase in each sector, as well as the total one.

There are two different effects on the output. Firstly, it is found the direct effect triggered by the stimulus in the final demand and equal to it. This stimulus undergoes

⁸⁶ The supply table shows the provisions of goods and services by type of product and industry within an economy over a period of time. On the contrary, the use table depicts the consumption of goods and services by product, as well as by industry within an economy over a period of time. The symmetric matrix, the conversion of the two aforementioned tables, represents the sectoral productions by rows and the sectoral consumptions by columns. However, a full explanation of the input-output tables is not the main aim of this chapter. For further information see Eurostat (Eurostat, 2008).

only to specific subsectors. Secondly, the other sectors have to increase their production in order to meet the intermediate demand, that is, inputs for the production of good and services which underwent the stimulus in the final demand. At the same time, these last subsectors also need inputs from the rest of the economy and, therefore, increase the whole output in another amount. Then, there are several rounds like this in the economy. This last successive effect is the indirect effect on the output. This total effect could be quantified by means of the output multiplier $(m(o_j))$, which is the sum of the elements of the vector Δx . In mathematical terms:

$$m(o_j) = i^T \Delta x; \quad (3)$$

Given a certain increase in the output, the contribution of the wind sector to the regional economy is calculated by means of quantifying the proportion of this output which is final demand and then, part of the GDP⁸⁷. It is done through analysing that proportion in the annual accounts elaborated by the Galician Statistic Institute (IGE). Hence, it is based on the IO general principle of constant economies of scale.

Concerning the employment quantification, this issue is addressed from the output results. In this sense, the vector of employment is the following:

$$e^T = \left(\frac{e_1}{x_1^0} \quad \dots \quad \frac{e_n}{x_n^0} \right) \in M_{1 \times n}(\mathbb{R}), \quad (4)$$

where e_i is the full time equivalent employment in the sector i , and x_i^0 is the output of sector i in the base year. This vector is available per each year in the period 2000-2010, because the data are provided by the IGE, in the IO tables, as well as the annual regional accounts.

Then, the following equation quantifies the direct employment created by the stimulus in the final demand, as well as the indirect employment created by the intermediated consumption linkages:

$$\varepsilon = \hat{e}(1 - A)^{-1} y = \hat{e}Ly, \quad (5)$$

⁸⁷ A demand side way to calculate the GDP is the following: $GDP = C + I + G + (X - M)$; where C is the final consumption by households, I represents investment, G is government expenditure and the final addend is net exports.

Here, ε is a vector with n rows which represents the employment created given a stimulus in the final demand and \hat{e} is a diagonal matrix whose non zero components are the values of the vector of employment coefficients. In addition, the calculation of the employment multiplier is through this equation:

$$m(\varepsilon) = i^T \Delta \varepsilon, \quad (6)$$

In the next sections, these tools enable to estimate the main economic impacts of wind energy on the regional economy. These outcomes make easier the sectoral diagnose and the policy design process.

3.2. Analytical framework and data

The analytical framework presents an essential particularity which makes easier an accurate and more sophisticated analysis. The sectoral activities are classified into two groups with different dynamics. The first kind of activities is related to the temporal activities, that is, the installation of wind farms. They include the design and manufacture of wind turbines, assembly and installation, civil works, electrical equipment, etc. These activities are characterised by their dependence on the installation of new capacity. Hence, their evolution also depends on different variables, such as the stability of the legislative framework (in particular, normative regarding public tendering and remuneration schemes), business cycles and technological innovations, among others. On the contrary, permanent activities include the operation and maintenance (O&M) of a wind farm, in order to keep it in optimal and safety conditions, as well as the generation of electricity. These last activities are determined by the cumulative installed capacity and, to a lesser extent, by the meteorological conditions (electricity production). This analytical framework solves the essential problem of tailoring the temporal and permanent economic impacts of wind energy at regional level (Llera et al., 2010; Lambert and Silva, 2012), increasing the analytical and descriptive capacity. Given that most seasonal activities depend on the economic cycle and the normative framework, the investment evolution does not show a stable trend and it presents a moderate volatile evolution. However, branches related to daily O&M follow a positive evolution trend, because these activities and electricity

production depend on the cumulative installed capacity and the meteorological conditions.

Seven branches represent temporal activities, following the NACE-Rev1.1⁸⁸. The selection of branches is based on the wind energy sector value chain, interviews (see Annex II; questionnaire 1) with the main stakeholders in Galicia (component manufacturers, consultancies, business associations, wind farms owners and electricity companies) and previous studies, such as Aixalá, Sanaú and Simón (2003), and Blanco and Rodrigues (2009).

Table 23 shows these branches related mainly to component manufacturing activities, construction, consulting and financial sector. It also provides the main components in each branch, as well as the percentage of the initial investment per MW undertaken in Galicia. This last information is crucial in order to quantify the real economic impact of the wind sector, because the other components are imported and, therefore, they do not stimulate the regional economy. Hence, it should be isolated the share of the suppliers which provide goods and services to the wind sector from Galicia⁸⁹. Aixalá, Sanaú and Simón (2003) isolate the regional suppliers for the Spanish region of Aragon by means of the information of local content requirements in the agreements among wind farms developers and the regional government in public tendering. However, at least in Galicia, there is a general breach of contracts (Simón et al., 2010) and it would not be a good option to follow this information.

The quantification of the final demand vector (Δy_i) is calculated from the annual data of installed capacity published by the Galician Energy Institute (INEGA) and the average cost of the investment by megawatt in Spain in 2006⁹⁰ (EWEA, 2009). Likewise, this investment is shared between the branches based on the installation cost distribution of wind farms (Hau, 2005; EWEA, 2008, 2011). Afterwards, the

⁸⁸ The classification NACE-Rev1.1 is suitable for the current analytical purposes, due to the updating of domestic symmetric matrices is for the period 2000-2010. Given the existence of two IO frameworks (related to years 2005 and 2008), it was necessary to keep a same level of homogeneity for all the branches and over time. Thus, several initial branches from IO tables are merged. The final intermediate consumption matrices (X^d) are 51x51.

⁸⁹ The issue of wind exports from Galicia is not addressed because several interviewees asserted that during the sectoral boom, there were limited and the Galician facilities were concentrated on meeting the local demand. Moreover, some authors have pointed out that exports are globally reduced in comparison with sectoral foreign direct investment (Elola, Parrilli and Rabellotti, 2013; Kirkegaard, Hanemann and Wescher, 2009).

⁹⁰ These values are reduced by the amount of the historical average VAT rate (16%) for the period of analysis. The same occurs with the costs of operation and maintenance activities.

aforementioned investment percentage, which means the share of the total investment implemented by Galician stakeholders, is allocated. This allocation is based on quantitative and qualitative information gathered combining the mentioned interviews with census data from the Galician Wind Energy Association (EGA) and the Spanish Wind Energy Business Association⁹¹ (AEE, 2011). Hence, the resulting value of the final demand vector has a temporal multiplier impact on the regional economy.

Table 23. Wind energy sector branches with temporal effects on the economy

Branch codes	Concept	Main wind turbine components and tasks	Percentage of the investment per MW ^a
28	Manufacture of fabricated metal products, except machinery and equipment	Towers, cast components	15,00
29	Manufacture of machinery and equipment	Hydraulic systems, bearings, blade bearings, nacelles, blades	19,67
31	Manufacture of electrical equipment	Electric installation, gearboxes, generator, cables	17,44
45	Construction	Civil works	8,00
65	Financial service activities, except insurance and pension funding	Financial services	0,54
52-72	Retail trade, with the exception of motor vehicles; computer activities and reparation of personal belongings and domestic instruments	Control and monitoring systems (SCADAs)	0,00
74-85	Health and veterinary activities. Social services and other business activities	Environmental and topography reports	1,20

^a These percentages of investment are filtered in order to quantify the production undertaken in Galicia. Source: Own elaboration adapted from Vasallo (2001); Aixalá, Sanaú and Simón (2003); Hau (2005); Blanco and Rodríguez (2009) and EWEA (2008; 2009; 2011);

The analysis of the permanent activities is accomplished by means of the selection of the branch 40 (production of electricity) and other three branches which represent the impact of O&M activities. These three branches develop repairing tasks in the NACE-Rev1, but branch 33 is in charge of them in NACE-Rev2. Table 24 shows the aforementioned branches.

⁹¹ In relation to the branch 65 (financial services), the Galician saving banks market shares in domestic private loans is selected as an allocation parameter in 2000-2010 (Fernández, Vence and Yáñez, 2011). Galician saving banks had a more active role in the credit business to the industrial sector in comparison to the bank system (Vasallo, 2001). The direct quantification of the percentage of loans of the Galician financial firms to the wind energy sector constitutes a complex task, due to the fact that it is usual the underwriting of syndicated loans with several financial firms and the confidentiality clauses.

Data gathered of electricity generation, published by INEGA, are used to quantify the impact of electricity production. Based on these data, the value of the electricity production is quantified by means of the price that the producers receive, thanks to the information offered by the Spanish National Commission of Energy (CNE)⁹². Nevertheless, this value does not still constitute a final demand vector; therefore, it is necessary to filter the data in order to obtain the final demand vector for the branch 40, disregarding the intermediate production.

Table 24. Wind energy sector branches with permanent effects on the economy

Branch codes	Elements
40	Electricity, gas, steam and air conditioning supply
28	Reparation and maintenance of fabricated metal products, except machinery and equipment
29	Reparation and maintenance of machinery and equipment
31	Reparation and maintenance of electrical equipment

Source: Own elaboration

The estimations of EWEA are useful to quantify the operation and maintenance costs. These estimations refer to the costs in relation to the kWh produced⁹³. Likewise, the resultant value should be filtered, due to the fact that EWEA asserts that only 60% would be really costs of maintenance and repair. As in the case of electricity production, screening the results to obtain the final demand vector and allocate the final value among the three branches in charge of operation and maintenance activities represents a key task. This allocation is based on the weight of each branch in the final demand in the annual symmetric matrices.

Finally, there are two final demand vectors, one for activities related to the installation of wind farms and another for permanent activities. Following the process of the Leontief inverse, it is possible to quantify output multipliers, as well as the economic impact of the sector in terms of GDP and employment.

⁹² This value encompasses the price negotiated in the energy market (spot price) plus incentives and premiums. Until 2004, there was no direct negotiation in the energy market; therefore, the initial value came from the sale to the distributor. Since that, more than 90% of the production is commercialised in the energy market. The producers who choose the option of regulated price are residual.

⁹³ EWEA estimated costs between 1,2 and 1,5 cents of € per kWh for wind farms in Spain, Denmark, United Kingdom and Germany in 2006. This study takes the average value as a way to avoid outliers.

3.3. Updating matrix coefficients

The last two IO tables available for Galicia correspond to 2005 and 2008. Apart from the differences of aggregation criterion and the effect of prices⁹⁴, these tables will serve as a base to carry out a matrix series of the productive structures from 2000 to 2010, because of the existence of annual information of some macroeconomic variables⁹⁵. It seems reasonable to undertake the corresponding estimation in order to avoid focusing only on the data from 2005 and 2008, especially if there are enough elements to apply methods of matrix updating. In addition, a weakness related to the existence of static technical coefficients in IO models (Lambert and Silva, 2012) is avoided.

If the production and value added growth rates and the total imports are known, such as in this case, it is possible to update the symmetric domestic table. The basic RAS is not suitable with this information, because the row sums of the intermediate consumptions matrix are unknown. Likewise, it should be kept in mind that RAS is a biproportional technique of matrix adjustment that consists of multiplying successively the rows and the columns elements of a basic matrix by some parameter until accomplishing a convergent solution. This iterative procedure was proposed by Stone and Brown (1962) and, over time, their foundations and extensions have considerably increased; see for example Bacharach (1970), Allen and Lecomber (1975), and Szyrmer (1989).

In spite of the lack of the vector of intermediate demand, the basic RAS has been adapted. To implement the extension of the RAS, in accordance with the available information, it should be advisable to act jointly on the intermediate consumption and final demand domestic matrices, because the margins of this combined matrix are known. In those cases in which IO tables in base years are available, it might be possible to carry out contrasts among the estimations and the real data. The evolution of

⁹⁴ In this study, IO tables are not deflated. Diverse authors examine the disadvantages of deflation (Eurostat, 2008; Miller and Blair, 2009). They stand out mainly the need of a high level of sectoral breakdown and homogeneity by groups, due to the fact that all the elements of each row of the intermediate consumptions matrix should be deflated by the same index. In addition, the inter-industrial prices can vary in a large extent among them. The effects of the level of prices will be mitigated in the technical coefficients matrix, because there will be an inflationary or deflationary effect on the numerator, as well as on the denominator. A preferable alternative to the deflation is a biproportional method of adjustment, such as the RAS (Miller and Blair, 2009).

⁹⁵ Previously, the Galician Statistic Institute (*IGE*) published an incomplete IO framework in 1998 (methodology ESA-95), but due to diverse reasons, it is not recommended to use it.

the total components of the final demand is unknown, but if they are added in a single vector, their total could be quantified by difference among magnitudes. It is necessary to guarantee the accounting equilibrium in the IO framework.

Concerning the matrix combined, it is key to include several sub-matrices. In particular, there are the domestic intermediate consumption matrix X^d and the intermediate import matrix X^m . Additionally, there are the domestic final demand matrix Y^d and the import final demand matrix Y^m .

Therefore, analytically the combined matrix:

$$(X:Y) = \begin{pmatrix} X^d & Y^d \\ X^m & Y^m \end{pmatrix}. \quad (7)$$

In general, the matrix $(X:Y) \in M_{2n \times (n+f)}(\mathbb{R})$, where n is the number of industries and f is the number of components of the final demand.

If the aim is to update the matrix of domestic intermediate consumptions, it should be advisable to add the import flows in a single row vector and the final demand in a vector column. Then

$$(X:Y)_{combined} = \begin{pmatrix} X^d & Y^d i \\ i^T X^m & i^T Y^m i \end{pmatrix} \in M_{(n+1) \times (n+1)}(\mathbb{R}), \quad (8)$$

where i is a column matrix of ones and i^T is its transposed.

As the vector of imported intermediate consumptions is known, $i^T X^m$, and the total imports to final demand, $i^T Y^m i$; the extension of the RAS can be applied on the matrix $(X^d:Y^d i)$. (9)

4. Regional economic impact of wind energy

The main empirical results derived from the application of the IO analysis to the Galician wind energy sector are the output multipliers, the wind sector contribution to the regional GDP and the employment creation.

Given the matrix updating in order to quantify the annual economic structures, the next step is to calculate the output multipliers. These multipliers estimate the initial direct effect caused by the increase of the final demand, as well as the indirect effect on

the remaining economic sectors to be able to satisfy the demand of intermediate consumptions triggered by the initial stimulus. The quantification is valid both for temporal and permanent activities.

The multipliers quantification allows analysing the additional output increase which constitutes a magnitude that shows the relationship between the increase triggered by the final demand and the initial stimulus. It enables to quantify the total outcome per euro of final demand.

Table 25 shows the additional output increase triggered by the wind sector as a whole, as well as breaking down for temporal and permanent activities. As it is shown, the overall additional effect is stable throughout the period and very significantly. Thus, there are between 0,46 and 0,54€ additional increase in the total output per each euro invested directly to final demand in the sector. Hence, wind sector activity is profitable for the economy in terms of production and intermediate consumption linkages. The size of the multiplier is due to the subsectors involved in the initial stimulus are strongly interconnected with the rest of the regional economy; therefore, they demand intermediate goods and services in order to meet their own demand.

Table 25. Estimation of the direct and indirect production triggered by the wind sector (thousands of euros, 2000-2010)

	Temporal activities			Permanent activities			Whole sector		
	Initial stimulus	Total	Additional effect	Initial stimulus	Total	Additional effect	Initial stimulus	Total	Additional effect
2000	94.743	135.422	43%	43.253	66.173	53%	137.996	2015.94	46%
2001	220.303	316.014	43%	66.455	104.313	57%	286.759	420.327	47%
2002	203.514	295.259	45%	101.548	152.831	51%	305.062	448.091	47%
2003	176.141	256.202	45%	103.264	154.251	49%	279.405	410.453	47%
2004	153.183	224.481	47%	139.011	209.413	51%	292.195	433.894	48%
2005	337.912	493.580	46%	221.944	342.734	54%	559.856	836.314	49%
2006	161.088	236.520	47%	229.583	360.360	57%	390.618	596.880	53%
2007	248441	365.476	47%	205.776	316.937	54%	454.217	682.413	50%
2008	65.841	95.764	45%	259.143	405.326	56%	324.984	501.086	54%
2009	67.698	98.815	46%	245.700	373.584	52%	313.398	472.398	51%
2010	26.173	38.240	46%	279.384	415.725	49%	305.557	453.965	49%

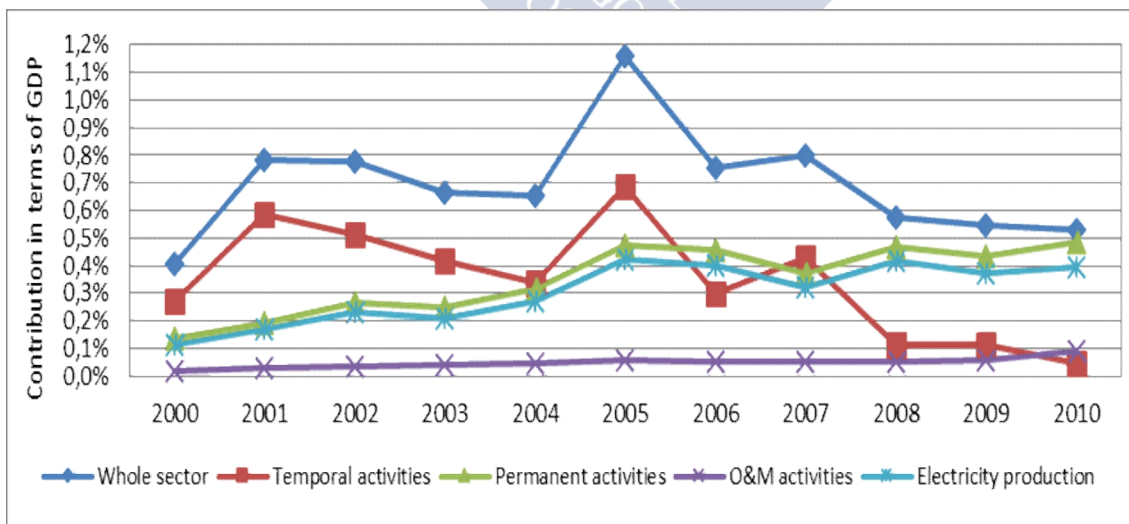
Source: Own elaboration

The output increase due to an investment in new farms is slightly smaller than the same effect triggered by permanent activities (O&M plus electricity production). In this sense, until 2005 the investments in temporal activities, as well as its total output created represent the lion's share in the sector. In fact, the increase in the sectoral multiplier was due to the relative increase of the weight of permanent activities.

Figure 58 shows the wind sector contribution in the regional economy. This quantification is crucial in order to measure the size of the sector in relation to the whole economy. It also emphasises the importance of public policies which boost the sector, as well as its potential effects. Equally, it can check the impact of the economic cycle and normative changes on the sector. Likewise, the breakdown based on the value chain stands out the relative importance of each subsector.

The contribution of the wind sector in the Galician economy changes substantially over time. It reached the highest value (1,16% of the GDP) in 2005, due to the installation of new wind farms (roughly 0,69%) and the electricity production (0,42%). That year constituted the moment with more new installed capacity, with 540 MW. However, it also reached lower figures, such as at the beginning and at the end of the decade (0,40 and 0,54%, respectively). The contribution to the economy was above 0,70% between 2001 and 2007.

Figure 58. Estimation of the wind energy sector in terms of the Galician GDP (2000-2010)⁹⁶



Source: Own elaboration

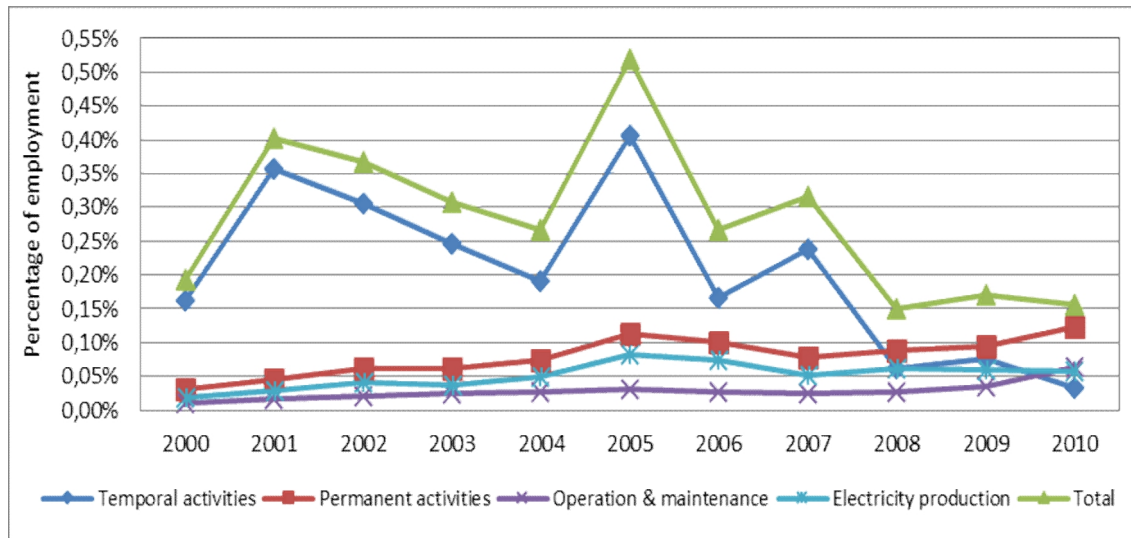
⁹⁶ It includes direct plus indirect effects. The GDP data are in real terms on base 2005, rectified for seasonal and calendar effect. Likewise, the production to final demand of each subsector was deflated by means of the implicit deflator on base 2005.

It should be also pointed out the contribution of the installation of new wind farms to the GDP until 2007. It was always above 0,3%, therefore, it constitutes the main driver in the wind energy sector and a relevant additional output increase in the economy. This evolution reflects the high sector peak, with installed capacity annual growth rates higher than 10% and even reaching 57% in 2001. Since 2007, there were two complete different sectorial legislations with opposite guidelines and the wind public tendering was appealed in 2008. Likewise, it should be highlighted the current changes in the remuneration regimen and the new context of economic crisis. The result was a crucial shutdown in the installation of new capacity, which blocked the sectoral development. The dependence on the installation of new capacity emphasises the harmful effects that the paralysis of public tendering triggered in the Galician economy.

At the end of the decade permanent activities play a mitigating role in contrast to the unfavourable evolution of the annual installed capacity, because their contribution to GDP has increased. This fact is mainly justified by the contribution of electricity production with the exception of meteorologically adverse years. The special regimen has preference in the energy market; therefore, it is not affected by fluctuations of the energy market. Likewise, the contribution of operation and maintenance activities is insignificant (underneath 0,1% of the GDP). Consequently, it does not constitute an economic driver. Hence, there is no sufficient wind turbines stock in order to reach an important contribution to the economy. The permanent component of the sector has not still significant size to sustain a repair market.

In spite of the significant contribution to the regional GDP, job creation could constitute a more tangible way to approximate to the socioeconomic benefits of renewable energies. Its role is even more relevant in peripheral regions, where the lack of labour opportunities and new market niches are common. In this regard, Figure 59 shows the evolution of the wind energy direct and indirect employment with regard to temporal and permanent activities (O&M plus electricity production), as well as the whole sector between 2000 and 2010. The employment figures are referred to the total regional employment.

Figure 59. Estimation of the wind energy employment in terms of the total regional employment (2000-2010)



Source: Own elaboration

One of the main sectoral characteristics regarding employment is the relative low level of labour intensity. If the sectoral GDP contribution represents 1,16% of the regional economy in its peak, and 0,40%, in its bottom, the direct and indirect wind employment could not overcome the cap of 0,52% of the regional employment (5,633 employees). Wind employment touched down in 2008, when the percentage was roughly 0,15% (1,765 employees). The estimations indicate that sectoral impact in terms of employment is less than a half of the GDP contribution. Moreover, temporal activities (installation of new installed capacity) represent the bulk of the total employment until the slowdown of 2008. Hence, the results confirm the established assertion that operation and maintenance activities and electricity production are not labour intensive. One of the main consequences of that fact could be the unreliability of permanent activities in the event of a shortage of suitable places for new wind farms based on large development models. In this sense, if job creation is set on policy agendas, it would be necessary to foster repowering or green transitions, such as the deployment of small wind turbine technology related to the cattle industry; among others. Concerning the feasibility of repowering, Colmenar-Santos et al. (2015) have undertaken an analysis in Spain regarding the market for repowering. Likewise, they have developed a comprehensive technical as well as economic simulation, without the feed-in-tariffs scheme, comparing new wind farms and repowered ones with a case-study in Galicia. In this sense, in terms of market size in Spain, there is a market of 2,3

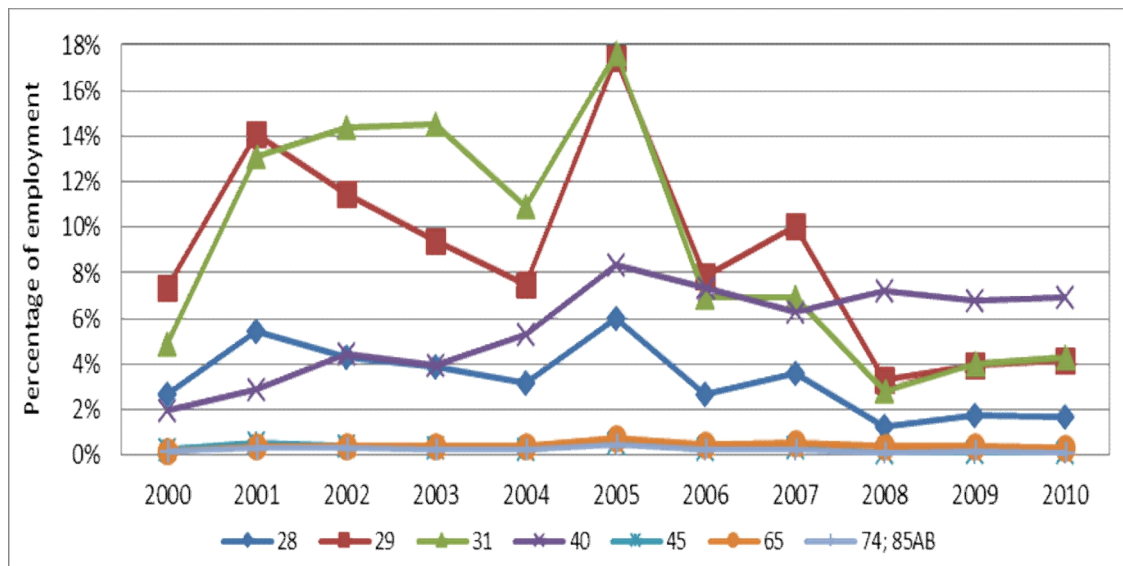
GW, with an approximate annual growth of 1 GW. In addition, repowering can be more profitable, mainly, in the case that some facilities are reused and maintaining a minimum level of stability regarding legislative framework.

Despite this overall low labour intensity, analysing the job creation more in depth is key because, beyond the general figures, there could be specific subsectors beneficiaries from the deployment of this renewable energy. Likewise, this detailed analysis enables to diagnose different benefits to the primary, industrial and service sectors, as well as unexpected job creations through examining the indirect employment. Then, even the general impact on the employment is limited, wind energy deployment could trigger, at the subsector level, crucial additional output increase; therefore, an important relative boost in the job creation. Depending on the subsector, wind energy might represent an alternative to traditional sectors.

Concerning the estimation of the wind energy employment created by the stimulus in the final demand, Figure 60 depicts the evolution for the seven branches analysed related to temporal, as well as permanent activities. First of all, it should emphasize the significant importance of the industrial related branches “manufacture of machinery and equipment” (29) and “manufacture of electrical equipment” (31). The weight of wind power employment in both branches evolves from the bottom reached after the slowdown in 2008 (around 3% of the total sectoral employment) and their peak in 2005 (slightly below 18%). This job creation depends on the installation of new wind farms and also, to a lesser extent due to a limited job intensity, on operation and maintenance activities. In addition, the branch “manufacture of fabricated metal products, except machinery and equipment” (28), has undergone an increase of wind power employment. It represented 6% of the total sectoral employment in 2005 and it was always above 1,6%. Then, it could be concluded that the wind energy deployment has a significant impact on industrial employment. Thus, it could constitute a potential alternative to traditional industrial sectors in Galicia, such as the naval one, especially, owing to the fact that both of them share partially the same subsectors⁹⁷.

⁹⁷ The cognitive proximity is confirmed by the fact that shipyards or naval auxiliary firms made several wind turbine components, such as towers, nacelles or blades, among others.

Figure 60. Estimation of the wind energy employment in the branches affected directly by temporal and permanent activities (2000-2010)



Source: Own elaboration

The branch “Electricity, gas, steam and air conditioning supply” (40) underwent important benefits in terms of employment creation, when the installed capacity was growing annually at double digit. In this sense, wind power employment represented a stable portion of the sectoral occupation between 8,35% and 6,90% from 2005 until 2010. This subsector is not labour intensive; therefore, the approximately 160 employment full time equivalent working there in 2010, due to the direct stimulus and the indirect effects, indicate a relevant contribution.

Whilst the building subsector (45) represents 8% of the total cost of the wind farm installation (EWEA, 2009) and it is labour intensive, the importance of the relative job creation derived by the wind sector is irrelevant. The annual average during the whole period reached 0,31% (slightly less than 500 employees). The main reason is due to the total sectoral employment, as well as the GDP contribution to the economy was unusually high during the housing bubble. Then, in a bubble context, the weight of the jobs related to the wind sector was underrated. The direct and indirect job in the branches “financial service activities, except insurance and pension funding” (65) and “health and veterinary activities. Social services and other business activities” (74-85AB) is usually below 0,40%.

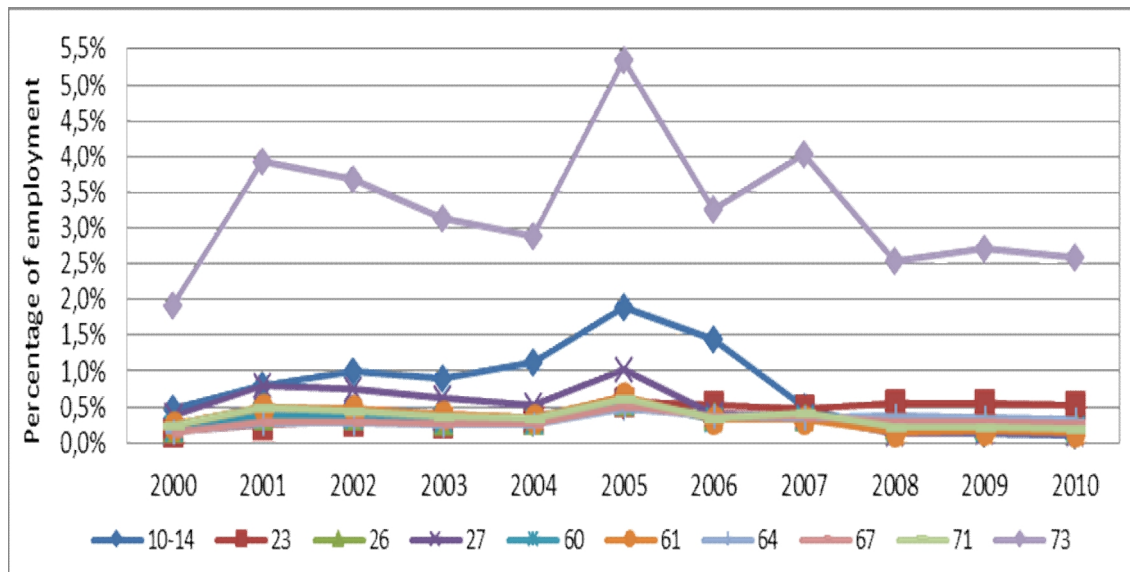
Last, but not least, Figure 61 shows other branches with a significant job creation, but these are not affected directly by the stimulus in the final demand derived either by the installation of wind farms, operation and maintenance or electricity

production. The selection criterion of these branches is based on the choice of those branches with a relative employment creation above regional average throughout the analysed decade. Overall, there are ten branches with better evolution than the average.

The branch 73, which develops research and development tasks, is the main indirect beneficiary of the wind energy activity. In this sense, the indirect employment created reached the peak of 5,34% of the total regional employment in 2005 (33 employees). Moreover, it was always above 2% during the analysed period and it represents ten times the global impact in the regional economy. Then, the exploitation of the wind energy in the peripheral region of Galicia has been beneficial in the employment of engineers, scientists and other workers enrolled in R&D activities. Despite the poor absolute employment figures (33 employees), this employment is created indirectly by means of intermediate consumption linkages, because there is neither public technological centres nor private wind R&D facilities in Galicia. Thus, if the regional wind sector develops R&D activities (e.g. undertaking the design of new wind turbine models, components, etc.), the impact would be higher. Anyway, this outcome is relevant, mainly in those regions with low R&D and innovative performance, because wind power could constitute an attraction for high skill labour and a focal point for technological activities. In addition, it could also represent a partial solution for demand side bottlenecks in some European peripheral regions, where university graduates in science related domains have a lack of job opportunities.

It should also be highlighted the contribution of the wind sector to “mining and quarrying” (10-14), as well as “metallurgy” (27). The former one is related to the exploitation of natural resources and its relevance is due to the stimulus to the building and industrial subsectors involved in the wind value chain. Likewise, “metallurgy” provides inputs, mainly to the subsectors of “manufacture of fabricated metal products, except machinery and equipment” (28); and “manufacture of machinery and equipment” (29). These linkages within the intermediate consumption network explain their relevance in terms of job creation.

Figure 61. Estimation of the wind energy employment in the main branches affected indirectly by temporal and permanent activities (2000-2010)



Source: Own elaboration

Other subsectors with important job creation are “manufacture of coke, refined petroleum and nuclear waste treatment” (23); “manufacture of other non-metallic mineral products” (26); “land transport” (60); “water transport” (61); “posts and courier activities” (64); “activities auxiliary to financial intermediation” (67); and “renting of machinery and equipment without operator, of personal effects and household goods” (71).

5. Conclusions

Wind energy stands out as one of the most mature renewable energies, in terms of technological development and diffusion. The socioeconomic and environmental benefits, which arise from its emergence, have triggered an increasing interest of policy-makers. Concerning the socioeconomic field, the quantification of the impact of renewable energies in the production and employment represents a main goal in order to assess the revitalizing role of wind power, mainly, in contexts with a high unemployment rate and macroeconomic volatility. Then, this chapter is focused on the aforementioned analysis in peripheral regions, because the potential outcome could be remarkable to diversify the economy towards new sectors and technological paths. In

addition, it might be a useful tool to undertake an assessment of promotion policies and their effectiveness.

Economic impact assessments could be based on IO models or analytical methodologies, both of them with advantages and disadvantages concerning the target economy, as well as the availability of primary and secondary information. In this regard, the main goal is to develop the most accurate and precise methodology, overcoming the main drawbacks. This chapter develops a new and more accurate methodology regarding the analysis of the GDP contribution of wind power, as well as its job creation. In this sense, the methodology avoids the use of coefficients based on the installed capacity, and it separates the dynamics of permanent and temporal activities related to wind energy. Likewise, the methodology framework overcomes another key disadvantage of input-output model linked to the fixed technical coefficients. All of these enhancements improve the economic estimations regarding the importance of wind sector.

The results enlighten the economic impact of wind energy on a typical peripheral region. Despite the lack of international competitive industrial agglomeration, wind power triggered significant increases of output, through an additional effect higher than 50%, as well as a contribution to the regional GDP which reached a peak of 1,2% in 2005. Albeit, the sector is capital intensive and the total job creation reached 0,5% of the total regional employment in the same year. However, the sectoral employment increase in some branches affected directly by the stimulus evolves between 6% and 18% of the total sectoral employment. The indirect employment increase in R&D activities reached 5,3% of the sectoral employment. Hence, wind power could constitute an alternative to declined traditional agglomerations with positive effects on production and employment in industrial as well as knowledge based activities.

Given common singularities in the production structure among peripheral regions, this analytical framework helps explain sectoral linkages, its potentialities and the socioeconomic impacts in those kinds of regions. In spite of these commonalities, the estimations and the results of this chapter should be regarded as general frame because the production structure differs among peripheral regions.

CHAPTER 7

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF PUBLIC POLICIES TO PROMOTE THE GALICIAN WIND SECTOR FROM AN EVOLUTIONARY APPROACH



1. Introduction

The deployment of wind energy has triggered several environmental and socioeconomic benefits, such as increasing the sustainability of the energy system, and generating jobs and technological paths. In addition, this renewable energy could make easier industrial diversification in regions with declining traditional sectors, such as the naval sector (Cooke, 2009). Moreover, there are favourable prospects for growth in emerging economies (GWEC, 2014) and remarkable alternatives by means of repowering or offshore wind energy in mature markets (Colmentar-Santos et al., 2015). Therefore, the development of wind sectors has been representing main goals in policy agendas, due to its socioeconomic benefits in both emerging and mature markets. Literature has focused on successful cases in which there is a comprehensive institutional structure and critical mass (Breukers and Wolsink, 2007; Lewis and Wiser, 2007; Andersen and Drejer, 2008; Lund 2009; Simmie, 2012). Likewise, the opportunities of the wind energy in developing economies and its evolution in emerging markets have been emphasized (Pietrobelli and Rabellotti, 2011; Campos and Klagge, 2013; Lema, Berger and Schmitz, 2013; Amer, Daim and Jetter, 2016). However, few contributions enlighten the policy design and upgrading of a peripheral wind sector which has undergone a previous decline.

The main aim of this chapter is to analyse the interrelations among global value chains (GVCs) and local capabilities in peripheral wind sectors. Analysing these dynamics among local and overseas agents could make easier the design of tailored policies. Designing a comprehensive policy programme to upgrade peripheral wind sectors constitutes the second aim of this chapter. Such policy might foster endogenous resources and avoid lock-in processes. In addition, the third aim of this chapter is to analyse the features, concerning the main drivers and the characteristics of technology flows, in the successful experiences of upgrading and diversification towards cognitive related activities.

This analysis includes a case-study of the Galician peripheral wind sector, an illustrative example in which institutional thinness and lock-in processes hindered sectoral consolidation. Likewise, this case-study is based on in-depth semi-structured interviews with the main regional agents. In addition, the analysis of the successful experiences of upgrading and diversification is based on separate specific in-depth

interviews with wind farm developers, the industrial sector involved in the partnerships and the local university.

Galicia was one of the leaders in Spain, concerning installed capacity, but with a low level of industrial capacity. As it was stated in chapter 6, the economic contribution of the Galician wind sector reached the peak of 1.2% of the regional GDP and 0.5% of the employment, during the sectoral development between 2000 and 2010 (Varela-Vázquez and Sánchez-Carreira, 2015). For these reasons, wind energy had favourable prospects for growth in the first decade of 21th century; therefore, it could represent an essential driver for the regional development. Thus, policy agenda should be focused on fostering and upgrading the sector.

Promotion and upgrading wind policies usually face institutional and technological weaknesses, mainly in peripheral regions, which might challenge traditional policy schemes. In addition, the starting point and the evolution could be quite different due to downgrading and declining. The concept of peripheral is broader than the geographical position, because it also involves historical events or exogenous shocks (Markusen, 1996; Tödtling and Trippel, 2005). Sectors in peripheral areas usually show low innovative performance, an economy based on natural resources, lack of critical mass and technological infrastructure. Likewise, macroeconomic volatility and institutional thinness represent key features. Moreover, the upgrading process consists of facing the international competitive environment through increasing the added value in products/services, and moving towards market segments with entry barriers (Humphrey and Schmitz, 2002).

The design of tailored policy programs for peripheral regions would make easier facing similar contexts. This could improve policy design due to a learning process from similar contexts, keeping in mind always the singularities of each specific case. These findings would be essential for policy implementation and the socioeconomic benefits, because they usually are low-income areas.

The analysis of the ties among multinational agents and local auxiliary industry is based on the Innovation Systems (IS) and the Global Value Chains (GVCs) approaches. This combination enables to use an open system in which the formal and informal institutions and multinational firms interact to build capabilities. Concerning policy implementation, the methodology uses the evolutionary target approach which makes easier the analysis of sectoral transitions and the effects of former policies and

conditions in later developments. The target approach constitutes a useful theoretical framework, because it enables to address a policy programme based on different interrelated phases, according to a systemic and evolutionary perspective. This approach is complementary to the IS and GVC perspectives, due to all of them use an evolutionary approach. Finally, the analytical methodology concerning the successful experiences is also based on the IS and GVC approaches. Moreover, this last section is also focused on the main features of the technology flows (technology transfer and interactive learning) among multinational agents and local auxiliary industry.

The chapter is structured in five sections, starting with this introduction. Section two deals with the methodology framework of the case-study, focusing on the sample characteristics. Section three introduces the target approach, presenting its key characteristics and the timing process. Section four shows the main characteristics of the Galician case-study concerning its sectoral development dynamics. Section five approaches an overview of the policy program to upgrade the industrial sector. Finally, section six analyses the successful experiences of upgrading and diversification in the Galician sector with the specific sample of interviews related to the partnerships studied.

2. Methodology of the qualitative analysis

Case-studies in wind energy constitute a suitable methodology for analysing current phenomena within a specific institutional and socioeconomic setup. It enables to develop spatial comparisons concerning industrial and technological development, as well as institutional capacity building (Breukers and Wolsink, 2007). The case-study is undertaken in Galicia, the objective region in terms of policy design. Denmark, the pioneer country in the wind energy with a comprehensive industrial and technological framework is the reference for the analysis of the global value chain. There are significant differences related to the development path between these two industries in almost every domain. In addition, Galicia is a region within a state affected by regional and national regulations⁹⁸ and Denmark is a small nation state. However, the main goal is not the policy design following the rule one size fits all (Tödtling & Trippel, 2005). The purpose of the comparison is the analysis of the global value chains in the industrial

⁹⁸ Spain is a decentralised state, where Autonomous Communities (equivalent to regions) have several competencies in industrial and energy domains, among others. For more details, see chapter 4.

sub-sector, as well as the diagnosis of the current situation and the design of promotion policies in order to upgrade the Galician peripheral cluster. The former goal is necessary because global value chains set several constraints to promotion policies and the Danish wind industry is a global leader. Hence, the interviews conducted in Denmark in 2014 address several features, such as location determinants or foreign direct investment (FDI) flows. The interviews conducted in Galicia during the period 2011-2014 address issues about the current situation and sectoral evolution, market niches or policy alternatives. Overall, the data were collected from in-depth semi-structured interviews with high-level managers.

Table 26 shows the 20 stakeholders interviewed in Galicia and Denmark (see Annex II; questionnaires 2 and 3). It was chosen different kinds of agents with especial emphasis on turbine and component manufacturers and wind sector associations. Service firms, utilities and wind farm developers are also interviewed. Apart from the information gathered in the interviews, secondary literature and policy documents are used. The analysis is mainly qualitative, combining the interviews and documents with the methodological framework of the Innovation Systems, Global Value Chain and Target approach.

Table 26. Interviews with relevant stakeholders in Galicia and Denmark

Stakeholders	Galicia (Spain; 2011-2014)	Denmark (2014)
Turbine manufacturers	3	2
Component manufacturers & auxiliary industry	3	2
Wind farm developers	3	-
Wind sector associations	2	2
Service firms	2	-
Utilities	1	-
Total	14	6

Source: Own elaboration

The representativeness of the sample in Galicia is underlined by two main reasons. Firstly, different kinds of stakeholders along the value chain were interviewed in order to obtain a more systemic and accurate sectoral perspective. Secondly, there are only thirteen active turbine and components manufacturers (six of them were interviewed), based on the data of the Galician and Spanish wind associations. Moreover, information is also gathered from two wind farm developers and a utility with 1,055 MW installed in Galicia in 2009 (38% of the total capacity). Likewise, the

two main sectoral associations, which involve wind farms developers, as well as the industrial and service sectors, were interviewed. The presence of service firms in the sample is lower because of two main reasons. Firstly, the aim of this thesis is more focused on the industrial sector related to wind power, due to its higher economic relevance. Secondly, in some services branches, such as financial or consultancy activities, the wind activity is only a small part of their business.

3. The target approach and its interaction with a multidisciplinary policy framework

The Target approach is an evolutionary systemic policy to enhance industrial agglomerations (Avnimelech and Teubal, 2008; Rosiello, Avnimelech and Teubal, 2011; Rosiello et al., 2013). This dynamic perspective supports market-led forces, avoiding market and institutional failures. It is based on the concept of path-dependence in which the development strategies implemented and the overall context in the past matter for the future available options. Martin and Sunley (2006) highlight that there could be several sources of path-dependence at regional level. In this way, regional economic development could depend on the existence of a particular raw material, previous industrial specialisation, region-specific institutions or intra-industry linkages. Dependence on intra-industrial linkages is key in wind power, because the value chain is global. Hence, before policy design, it is crucial to analyse the governance patterns within the GVC. Moreover, the wide array of measures depends on the characteristics of each development stage (background, pre-emergence, emergence, maturity and regeneration/decline) linked to the extended industry life cycle (EILC) (Rosiello et al., 2013).

Background conditions are the framework conditions or the stock of key resources (Avnimelech and Teubal, 2008; Rosiello et al., 2013). In this case-study, these conditions are the existence of suitable places for wind farms and close-related sectors, such as the naval sector. The pre-emergence phase is characterised by the emergence of a supportive structure of firms, providing tailored services. After that, in the emergence phase multi-agent structures arise, increasing the economies of scale. The maturity stage emerges when the level of technological and economic uncertainty, as well as and entrance barriers to new competitors, are low compared with previous stages. In this

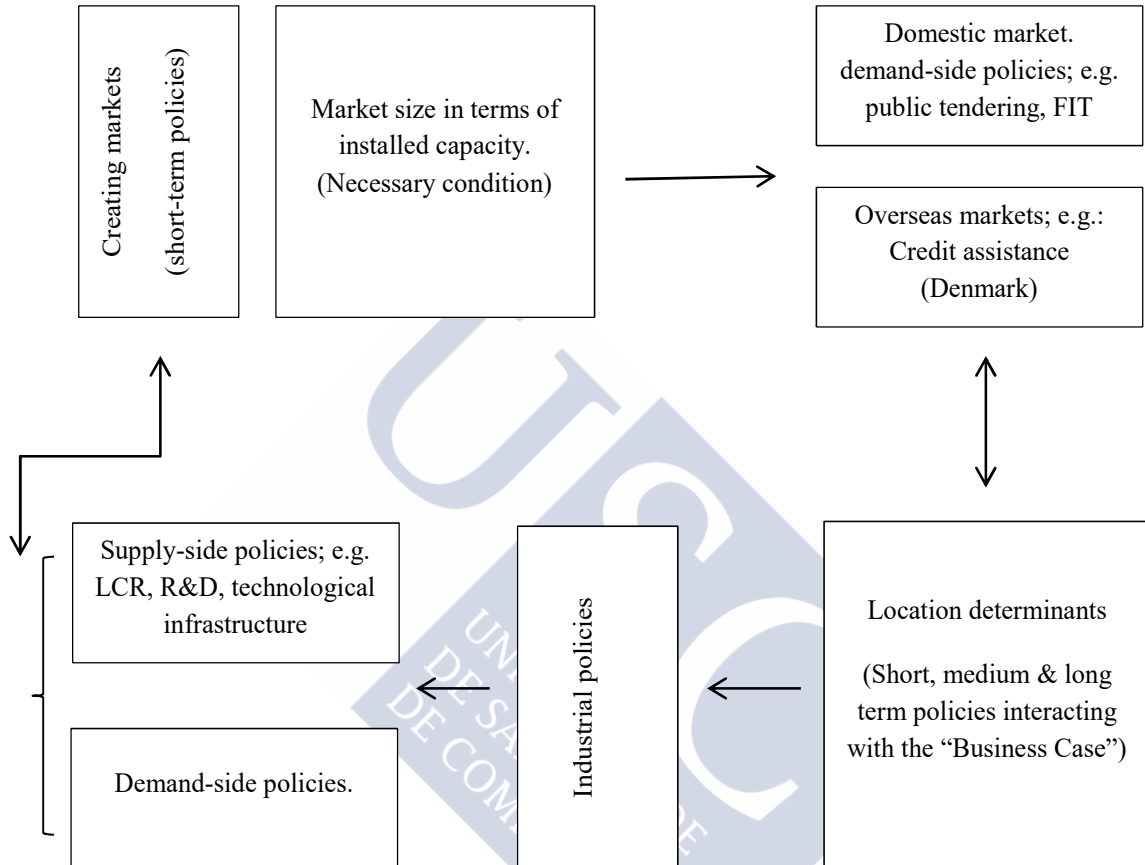
phase, local agents are seeking for new markets and niches. Finally, the sector could be renewed in order to avoid lock-in dynamics, looking for new activities in order to diversify portfolios or outsiders who provide new technologies. Otherwise, the progressive decline could be inevitable when negative dynamics prevail.

Concerning policy targeting scheme (Ib.), significant differences in the implementation of policies arise if the objective sector is an emergent industry or an established one. When the main aim of the policy action consists of upgrading an existing structure, policy targeting should be weak, because it is focused on upgrading existing structures, for instance, by improving interactions between academia and private sector. Otherwise, a strong perspective related to policy targeting might be chosen in case of building new multi-agent structures from scratch. Then, policy targeting should address all the necessary conditions in order to emerge new sectoral systems. Likewise, a direct refers to overcoming market and institutions failures in contexts with moderate risks, and these failures are clearly identified. On the contrary, an indirect approach means the generation of an environment to overcome sectoral problems in new sectors. In these sectors, the first development stages are associated with high uncertainty; therefore, policy intervention plays a more passive role. This case-study adopts a weak perspective, because a constellation of agents and institutions arise from the mid-1990s. It can also address a direct perspective, because the uncertainty is lower than in a new sector.

A wide array of drivers determine the emergence and consolidation of wind sectors in a temporal framework. The process makes easier to map out the different measures depending on the development stage (Figure 62). Turbine manufacturers and sectoral associations underline the installed capacity requirement as a minimum market setting. This restriction is also necessary to achieve economies of scale through creating market or seeking overseas markets (Campos and Klagge, 2013). The existence of a market with enough projects online and consented could make wind energy development easier along the learning curve (Lewis and Wiser, 2007; Del Río and Unruh, 2007; Lund, 2009; Kirkegaard, Hanemann and Wescher, 2009; Campos and Klagge, 2013). Some demand-side policies such as feed-in tariffs (FIT), green certificates, quotas and government tendering are crucial to enhance the domestic market (Del Río, 2007; Söderholm, 2008; Couture and Gagnon, 2010; Schallenberg-Rodríguez and Haas, 2012; Campos and Klagge, 2013). Concerning export markets,

public support should be focused on technical and financial assistance or participation in foreign government tendering. These types of instruments are characteristic of small domestic markets.

Figure 62. Stylized strategies in the emergence and consolidation of the wind sector



Source: Own elaboration from interviews and Altenburg (2006); Pietrobelli and Rabellotti (2011); Campos and Klagge (2013); Lema, Berger and Schmitz (2013).

As it was stated in chapter 1 and according to the evolutionary extended industry life cycle, these measures constitute the preconditions in a background phase (Avnimelech and Teubal, 2008; Rosiello et al., 2013). Location determinants are key in wind sector because Foreign Direct Investment (FDI) are higher than export (Kirkegaard, Hanemann and Wescher, 2009). This is due to the proximity-concentration hypothesis (Markusen and Venables, 2000), based on the assumption that transportation costs are crucial to establish wind facilities. Thus, heavy component facilities, such as towers, blades or cast components, tend to be allocated close to the market (Kirkegaard, Hanemann and Wescher, 2009; Elola, Parrilli and Rabellotti, 2013). As some

stakeholders in the European wind sector assert, regional subsidies could distort this trend, such as the case of Spain during the first stages of wind deployment in the early 90s. Many interviewees emphasised that location determinants could be explained by the interaction between industrial policy at different times and the business case (intra-firm dynamics), following the eclectic paradigm of international production (Dunning, 2001). Likewise, political economic goals (e.g. creation of local employment) and intra-firms objectives (e.g. seeking internal efficiency in logistics) could be opposite concerning international production and economic development⁹⁹ (Taylor, 1998; Altenburg, 2006).

Although the role played by intra-firm dynamics is underresearched (Campos and Klagge, 2013), some case-studies in the global wind sector reveal that evolution of firm location depends on the interaction among production contexts and policies. Public policies, such as local content requirements (LCRs) and subsidies, are mainly framed in first development stages, as some countries show, such as Spain or UK. LCR represents a supply-side policy which forces wind investors to buy a minimum percentage of the turbine from local manufacturers. A multidisciplinary industrial policy highlights later, with more emphasis on the combination of supply and demand-led policies with a broader temporal scope. Likewise, market incentives require the continuous implementation of diffusion measures.

Long-term location determinants go beyond the market size and short-term policies. International competitiveness was built upon strengthening local capabilities and attracting foreign technology, which finally impact on the kind of value chain governance and sectoral viability. Even the existence of a significant and captive market for local producers, the lack of critical mass, technological infrastructure and learning process became barriers, mainly during market stagnation. These factors are even more crucial if the final goal is to trigger high added value activities that promoting standard ones. As it was stated in chapter 1, the delocalization threat is higher when the relationships within the value chain are characterised by low complexity of transactions, high ability to codify them and a limited capability in the supply-base (Humphrey and Schmitz, 2002; Gereffi, Humphrey and Sturgeon, 2005; Altenburg, 2006; Pietrobelli and Rabellotti, 2011; Elola, Parrilli and Rabellotti, 2013).

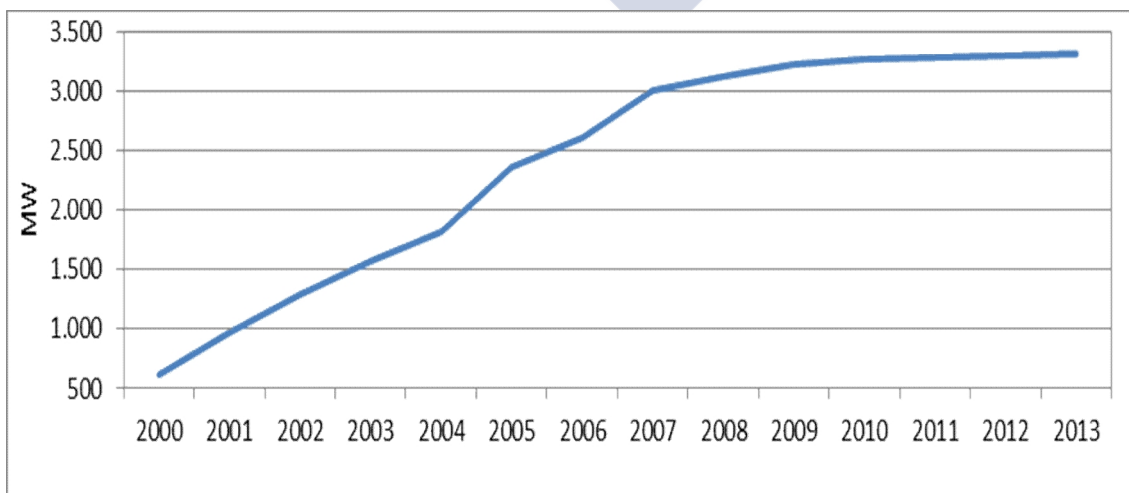
⁹⁹ Blanco (2009) asserts that free trade in the wind energy market might reduce capital cost (the cost of the turbine, grid connection, civil work and miscellaneous) in the wind farms due to a rise in the global efficiency and the economies of scale.

4. Implementation of sectoral promotion policies within a peripheral economy. Singularities of the Galician wind sector

In spite of the fact that a deep description of the evolution of the Galician wind sector was presented in chapter 5, a brief summary is showed here as a way to introduce the sectoral development trends. In this regard, the main aim of this section is to link the evolution of the implemented policies and the institutional context with the sectoral development stages. This contextualisation makes easier the sectoral development diagnose and the subsequent policy design and implementation.

The Galician wind sector dates back to the beginning of the 1990s when several utilities were interested in its deployment (Montero et al., 2010; Simón et al., 2010). The emergence, concerning installed capacity, arose in the early 2000s, as Figure 63 shows. The cumulative installed capacity reached 3,000 MW in 2007, from around 600 MW in 2000. In this regard, the average annual cumulative growth was 25,4% between 2000-2007. However, this evolution was stopped by the legal instability since 2008, because the regional tendering was appealed, the shutdown of the next one (2009), the start of the current recession and changes in the remuneration scheme since 2010. Hence, there is a stagnation from 2007, with only 300 MW installed, and an average annual cumulative growth rate of 1,6%.

Figure 63. Evolution of the wind energy cumulative installed capacity in Galicia during the period 2000-2013



Source: INEGA (2014b)

Wind energy is a capital-intensive sector and, therefore, financial and planning uncertainties are crucial. Hence, the impact on the sector of the cutbacks in the remuneration model is not trivial, mainly, when all the turbines installed before 2005 do not receive any kind of subsidies and the new ones undergo a significant cutback with retroactive effects. In addition, wind farm owners have to pay a regional tax, based on the number of wind turbines installed, and a national tax estimated in the 7% of the value of electricity production.

As it was stated in chapter 4, the power to grant authorisations for wind farms correspond to the regional governments in Spain. At the beginning of the 1990s, the administrative procedure for granting wind farms was discretionary, depending on the developers' initiative (Iglesias, Del Río and Dopico, 2011). Then, there was no clear sectoral guideline concerning socio-economic or technological outcomes. The final goal was to increase the cumulative installed capacity, based on the "more is better" mentality (Simón et al., 2010; Iglesias, Del Río and Dopico, 2011). Later, they have implemented a tendering or multicriteria bidding model based on the regional regulator's initiative. Wind farm developers compete in a contest, managed by the regional government, with explicit criteria and requirements (Iglesias, Del Río and Dopico, 2011). Criteria depend mainly on socioeconomic benefits for the region, such as local employment and industrial plans (Montero et al., 2010).

Despite the lack of industrial and technological development planning, there was an emergence of industrial and services firms, as it was shown in chapter 5. According to interviewees, the presence of multinational companies was mainly due to subsidies, and to a lesser extent, to the LCR. However, subsidies or financial packages are common in order to attract FDI in the origins of some clusters driven by multinational firms (Giblin and Ryan, 2012). Multinational companies, such as NEG Micon or Gamesa, established their manufacturer subsidiaries in Galicia, in the shelter of regional LCR. Vestas underwent a functional upgrading from manufacturing nacelles to generators for foreign market in 2010. This factory, together with facilities in Germany and China, constitutes a worldwide core activity in Vestas value chain.

Some multinational wind farm developers also bring valuable benefits to the Galician market. For instance, Acciona and Eurovento (owned by Toyota group) brought Siemens-Bonus technology to Navantia (a state-owned shipyard), in order to

take advantage of the market peak between 2000 and 2005. Overall, multinational companies outsource some heavy components during the first development stages. As a result, they saved various naval auxiliary firms during a deep sectoral decline from the 1980s and 1990s. Another advantage was the direct interaction among domestic suppliers with cutting-edge technology and international standards.

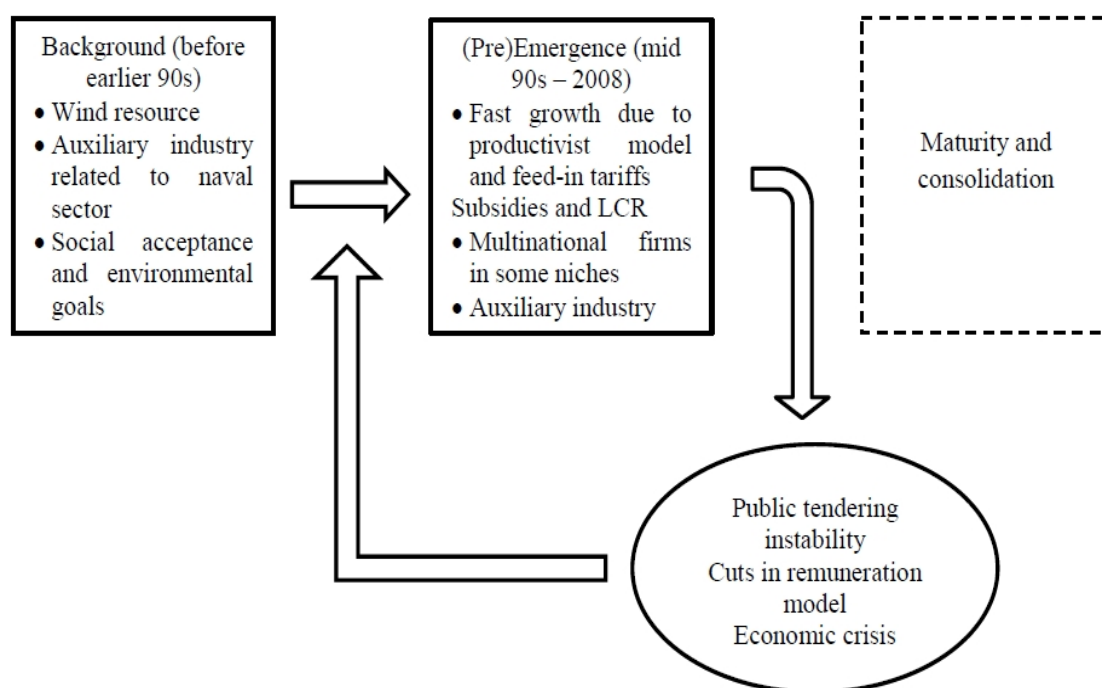
Local-owned industry emerged in those market niches with high transportation costs (Markusen and Venables, 2000), as well as non-core business. These activities (towers, cast components and nacelles) are likely to be outsourced. Interviewees underline that modular value chain is the most typical tie, because suppliers make components under customer's strict specifications. Whilst technological capabilities and know-how to follow specifications are required, standardisation makes the change among suppliers easier. In addition, some suppliers assert that they only have one important customer which represents, to some extent, a captive relation. Thus, if one specific wind developer does not achieve power capacity, its technological partner (a turbine manufacturer) undergoes, but even more the technological partner's suppliers. These dynamics in the value chains can also trigger delocalization processes during slowdowns in domestic markets (Elola, Parrilli & Rabellotti, 2013).

Local and multinational firms show a downward evolution in terms of employment and turnover. In fact, many of them have reduced their activity and others have broken from 2007. In this regard, there was a functional downgrading in Gamesa, because currently it does not manufacture gearboxes in Galicia. The available alternative to the stagnation of the domestic market is the generator and tower exports to American markets. Thus, some interviewees suggest that some bottlenecks could arise in key components in case of expansion of domestic market and implementation of LCR. An emerging market is the small wind turbine technology related to the development of small projects in the cattle industry. For instance, Norvento is developing new turbines suitable for higher wind places with some success in the UK market. However, the last self-consumption normative has represented a significant blow in the domestic market. As Simmie (2012) states, this might represent an example of niche in which this new technological path can deploy, because multinational manufacturers are focused on large-scale projects. However, institutional barriers have hindered that deployment, and the future of this market niche is surrounded by uncertainty.

Given these current features, it should stress a singular situation, in which the industrial sector initially emerges, but it loses its potential to consolidate the original competitive advantages (Menzel and Fornahl, 2009). The shock triggered by the legal instability, as well as the economic crisis, reduces the critical mass and it represents a barrier to pass from the emergence phase to the maturity one (Figure 64).

On the one hand, the legislative instability and the strong dependence on traditional technological paths have triggered an increasing business lock-in, based on the cognitive proximity to the naval sector and large-scale projects. Path-dependence does not necessary lead to lock-in process and undermine diversification strategies. In fact, it could be a source of diversification towards related sectors (Boschma, 2015). However, when sectoral agents (including organizations and institutions) are not able to adapt the existing development path to overcome negative shocks, as well as to set the conditions to foster diversification in related activities, lock-in dynamics prevail upon lock-out (Ib.). On the other hand, the governance within the GVC is characterised by the low collaboration in cutting-edge technologies and the specialization on standardised products. Thus, there is a gradual disconnection from global trends in technological domains and also from alternative business niches.

Figure 64. Sectoral evolution in the Galician wind energy industrial agglomeration



Source: Own elaboration

5. Policy recommendations for upgrading the Galician peripheral wind sector

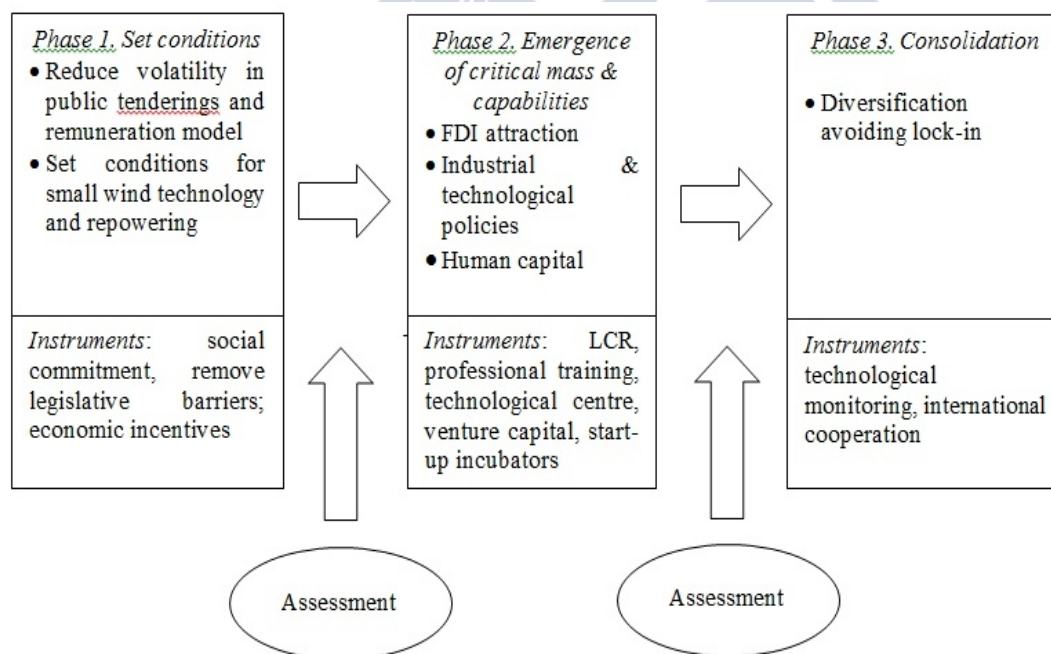
The definition of the main goals and the scope of policy implementation constitute the initial steps to address the sectoral upgrading process. These primary aims make easier the analysis concerning agents and policies involved, as well as the timing process. In this regard, the replication of successful stories usually does not enable to analyse the particularities and it might cause serious failures in the design and implementation of policies (Tödtling and Trippel, 2005). Likewise, time is not reversible in an evolutionary context; therefore, it is difficult to recover past negative shocks or internal dynamics. The uncertainty associated with the policy success in each phase is usually underrated (Rosiello et al., 2013). The main goal is to enhance the declining wind sector in Galicia in order to develop a regional hub. It would provide the historical percentage between 50-60% of the turbine components in Galicia (Montero et al., 2010), as well as maintenance services and solutions. This regional hub should adopt international competitive technologies and standards. The geographical scope of the regional hub is mainly Galicia and, to a lesser extent, the north-west area of the Iberian Peninsula. The creation of a regional industrial sector is based on the historical capabilities related to metallurgy or fiberglass and new technological paths regarding agro-food industry.

The policy recommendations presented here are mainly aimed at improving the IS performance and local capabilities and, therefore, shaping the governance patterns between local suppliers and multinational firms. Improving and building new capabilities in the supply-base, as well as fostering a local market make easier a better sectoral integration within the GVC.

For this purpose, a dynamic three-phase program was designed to upgrade the sector based on the target approach (Figure 65). The policy program is based mainly on interviews carried out with different stakeholders in the Galician wind sector. Some questions were addressed to know their view about the policies implemented, as well as their current and future needs. This qualitative information constitutes a basic input to policy implementation. Moreover, literature review concerning sectoral upgrading was undertaken.

During each phase, assessing and monitoring the fulfilment of different goals are required. Regarding the first phase, a minimum level of demand is key for recovering the market conditions. This does not represent a return to the past development model based on large-scale projects. In fact, the diversification towards green transitions is crucial to avoid the lock-in process and widen the market. According to interviewees, setting stable clear guidelines in tenderings and the remuneration models could trigger new investments in wind energy. Volatility is a typical feature in peripheral sectors and it hampers the development mainly during earlier stages. For these reasons, social and political commitment is key to establish the overall institutional framework. Concerning the tender system, it should be advisable a multicriteria regional bidding procedure, which gives priority to industrial wind plans, as well as projects which guarantee environmental sustainability and recreational values in locations with wind farms. Given captive, market and modular governance patterns were the most remarkable ties among Galician suppliers and multinational firms, it is crucial to guarantee market conditions.

Figure 65. Main steps in the upgrading process of the Galician wind peripheral sector



Source: Own elaboration

Repowering should be a complement because the majority of the turbines are reaching the end of their lifetime. However, owners from old turbines gain windfall benefits, because the payoff has ended and their main spending is in operation and maintenance. Thus, it is key to set the economic conditions to promote the efficiency of the installations through subsidies or a premium. In this regard, it could be an option the implementation of a scrapping system in order to replace old and inappropriately positioned turbines with new and more efficient equipment. According to this, a price supplement could be charged to the electricity from these new turbines, which foster the investment in this new equipment. Colmenar-Santos et al. (2015) analyse the feasibility of repowering with a case-study in Galicia. They set the turbine lifetime as 13 years, when investors have repaid the debt and a positive cash flow was generated during the last 3 years, but continuous breakdowns become common. By 2016, it should be necessary to replace all the turbines installed before 2003, roughly 1,500 MW.

Concerning green transitions, there is a significant technological background, as well as potential customers in the cattle industry, but institutional barriers hinder the deployment. In this case, promotion policies should be focused on consolidating the firm structure, removing any block. First of all, the Spanish central government should remove the backup toll for the electricity produced and self-consumed as a fiscal contribution to the fixed costs of the grid. In addition, small wind turbines (e.g. installed output of 25 kW or less) could benefit from a specific premium tariff, when the electricity is supplied to the grid. Likewise, subsidies and fiscal deductions could be advisable to promote small wind cooperatives and installations for self-consumption.

Apart from maintaining former policies, it is key to focus on location determinants and industrial policies to increase the critical mass and the promotion of a comprehensive framework. In the short-term, setting LCR is crucial, but it should be kept in mind the temporal limitations and bottlenecks, because there were recently a slowdown and downgrading. Likewise, some components (gearboxes, bearings or electrical equipment), are more subject to global economies of scale. In those cases, it would be easy to attract these facilities only if there is a large market. Thus, a long-term option to attract FDI could be the promotion of technological and manufacturing partnerships among local members and international turbine manufacturers through multicriteria regional bidding procedures. This policy measure makes easier knowledge and technology exchanges within the value chain, as well as the promotion of closer

business relations. These closer linkages could enhance relational or hierarchy governance patterns, depending on the supply-base capabilities.

Building up a comprehensive structure needs to enhance the capabilities of local industry as a way to upgrade the ties with multinational firms. Firstly, local firms have been threatened by offshoring due to the standardization of their activities. This risk has been increasing because of the local market slowdown and the growing competence from emerging economies. One way to solve this is the implementation of professional-firm training to improve internal performance and tailored products and the adoption of certifications. These programs are key given that several turbine manufacturers are reducing the number of suppliers as a way to increase efficiency in the value chain, a policy called preferred suppliers. Moreover, increasing the adoption of certification and standards (a way of intensifying codification) makes easier the modularisation of the transactions. In this regard, this measure fosters sectoral resilience against delocalization strategies, as well as a movement from captive ties (high dependence on orders from a single manufacturer) to market or modular value chains.

The potential role played by a regional technological centre is outstanding due to several reasons. Firstly, small and medium firms do not have enough funds to undertake R&D activities. Moreover, many of those companies are captive in standard or low-value products, because they make products on request under fixed customer specifications. Finally, a technological centre could encourage R&D and demonstration activities related to diversification and green transitions, as well as promoting start-up and venture capital in tight collaboration with regional agencies and the university system. Improving technological infrastructure and, therefore, the performance of the Galician IS could shape governance patterns. From a captive or market tie between the local supplier and the multinational firm, the interaction with the technological infrastructure could enable to develop relational governance patterns and increasing added value. This last kind of governance pattern is the most resilient against delocalization.

As a final phase, technology monitoring and international collaboration represent key instruments for avoiding lock-in process. The interaction with cutting-edge technologies and new applications for wind energy makes easier maintaining or even increasing international competitiveness.

6. Evidences of successful cases of upgrading and diversification processes in the Galician wind sector. The case of the offshore wind sector

The previous section highlights the main policy recommendations aimed at upgrading the Galician wind sector. In this regard, there were several evidences that underline the structural weaknesses related to the sectoral consolidation and resilience. The proposed policy program focuses on restoring previous market conditions, as well as the implementation of several measures which enhance location determinants and trigger new development paths. Despite this general situation characterised by sectoral slowdown, there are some interesting experiences in which upgrading and diversification dynamics prevail over downgrading processes. In these cases, path-dependence plays a positive role by means of triggering technological related activities (from naval sector to onshore wind, and from onshore to offshore). Given the singular characteristics of offshore value chain, it is assumed that it constitutes a different sector in relation to onshore wind, but with obvious cognitive proximity (Blanco, 2009). Then, it represents an illustrative example of diversification towards related activities (related variety). Likewise, these successful experiences are assessed focusing on the technology flows (in terms of technology transfer and technology learning dynamics) between the agents analysed. Thanks to that, it may be possible to go in depth into the causes which trigger these experiences in the Galician wind sector.

This section presents a case-study, analysing two industrial partnerships, which were the only two experiences of industrial collaboration that could be identified in the Galician wind sector from its emergence onwards. First of all, it is analysed the partnership between the local public-owned shipyard Bazán (now integrated in Navantia) and the Danish manufacturer Bonus (now Siemens Wind Power). This experience is compared with the traditional model of multinational subsidiaries which follow the make & buy strategy. Multinational subsidiaries usually outsource some activities to the local auxiliary industry. In spite of the relative high industrial standards, local firms tend to supply components under strict customer's specifications, following modular value chain governance with multinational enterprises (Gereffi, Humphrey and Sturgeon, 2005). In this case, technology transfer is only in one way and suppliers depend on multinational orders. However, this experience shows that it could be possible the coexistence of both models of technology and knowledge exchange and

even their complementarity. After that, the joint venture between Navantia (Bazán) and Windar (a Spanish tower manufacturer) in the offshore market is also studied with the goal of assessing Navantia's technological evolution from an evolutionary perspective.

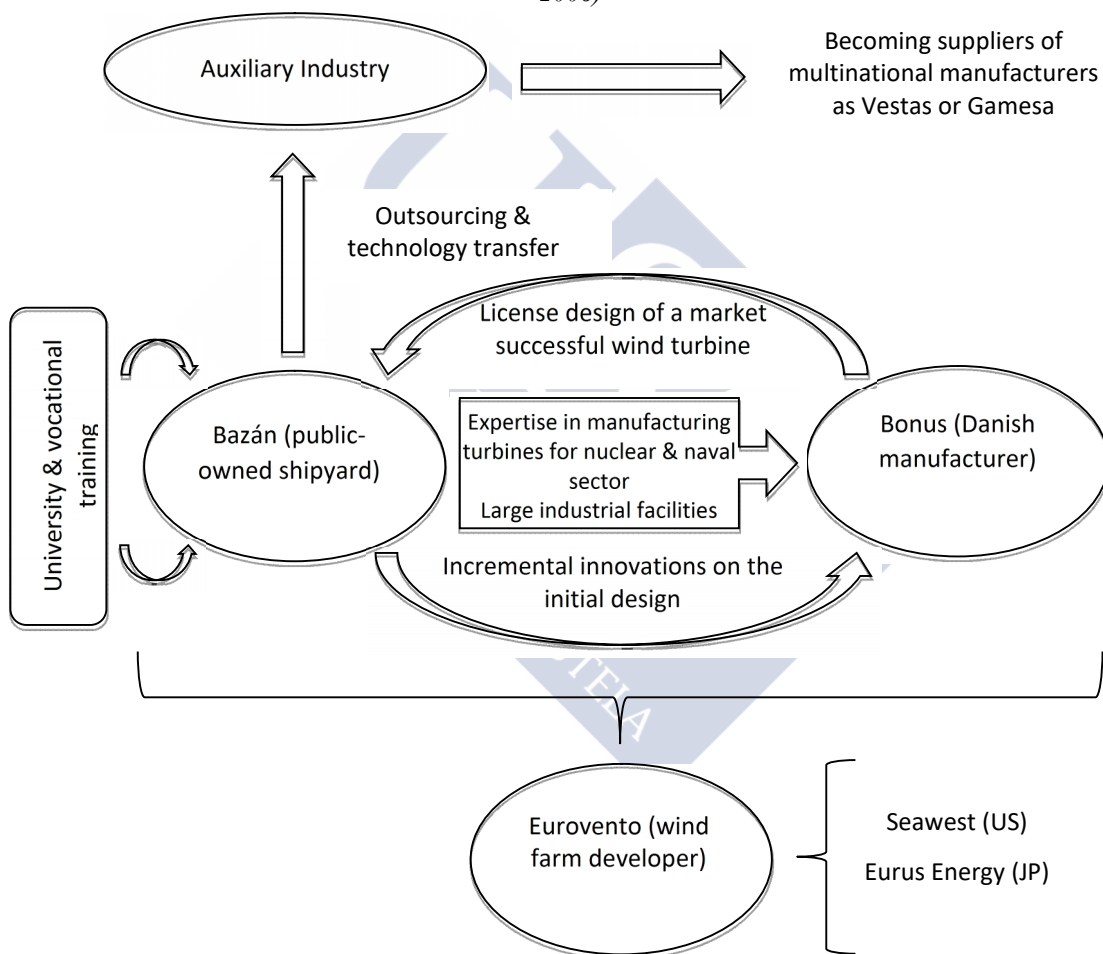
The case-study is based on in-depth semi-structured interviews carried out during 2015 with wind farm developers, the industrial sector involved in the partnerships and the local university. Four different kinds of agents were interviewed which constitutes a representative sample due to both partnerships analysed have a limited number of members involved. It is also key to point out that this case-study encompasses the two industrial partnerships in the Galician wind sector that could be identified from its emergence. Such interviews focused on the internal technology and knowledge dynamics, the kind of components manufactured or the ties among auxiliary industry and the educational system. Apart from the information gathered in the interviews, secondary literature and policy documents were used.

The first partnership analysed (between Bazán-Navantia and Bonus-Siemens; Figure 66) is relevant for the Galician wind sector, because it installed 440 MW in this region from 1996 until 2006 (Montero et al., 2010). According to the interviewees (see Annex II; questionnaire 4), the fast market growth and the existence of local content requirements in the regional bidding procedure were the main reasons why wind farms developers was initially seeking a local partner. In this case, an international consortium called Eurovento (formed by the Californian firm Seawest and the Japanese Eurus Energy) chose for its wind farms Bonus turbines due to its proven reliability. Albeit, they need to manufacture a minimum mandatory percentage of the wind turbine in Galicia (70%). Hence, Bonus could establish its own subsidiary or chose a local industrial partner, being the latter the option finally selected.

Among several potential partners, Bazán, a public-owned shipyard in the north-west city of Ferrol, provided a long-term industrial path as supplier of steam and gas turbines for nuclear and naval sectors to multinational enterprises, such as Mitsubishi and Kawasaki. The technology embedded in those kinds of turbines is more complex than in wind energy. Moreover, several interviewees highlight that Bazán previously adopted high industrial standards of the defence industry, because it was the main supplier of the Spanish Royal Navy. In addition, Bazán had enough industrial facilities and equipment for fast growth requirements in the global wind sector, in terms of upscaling, especially regarding towers or blades. The arrangement was also useful for

Bazán, because for some time the shipyard was looking for new markets due to the general reconversion of the European naval sector (including the European Union veto for civil shipbuilding activities) and the shutdown in the nuclear sector. In fact, the turbine division in Bazán reached organizational independence from its headquarter and it started to develop commercial activities to seek potential markets. Hence, diversification was a crucial driver for the turbine factory and, therefore, common interests emerged among Bazán, Bonus and Eurovento.

Figure 66. Technology and knowledge interactions in the partnership between Bazán and Bonus (1996-2006)



Source: Own elaboration based on interviews

Concerning knowledge flows, Bonus transferred to Bazán the license to manufacture its model of wind turbine. Given the experience in related sectors and the capabilities of its workforce, due to vocational training programs and naval engineering studies, Bazán was able to introduce improvements and incremental innovations in the

initial design. Some interviewees consider that one essential improvement was the redesign of flanges in towers, which previously triggered some problems during installation tasks in wind farms. In fact, Bonus incorporated these improvements to its design. Then, the initial technology transfer became an interactive learning, due to the existence of supply-base capabilities.

In spite of its central role in the partnership, Bazán did not manufacture all the components in-house. It outsourced many intermediate inputs for towers and nacelles to the auxiliary industry around Bazán. Furthermore, blades were manufactured by a subsidiary of LM. For this purpose, it was necessary to transfer technology concerning manufacturing process and training. Many of these firms were previously focused on activities related to the naval sector and they were able to recover from a deep sectoral crisis. One of the main beneficial outcomes of this collaboration was that many of these firms from the auxiliary industry became later direct suppliers of multinational firms, such as Vestas or Gamesa. Then, there were technology spillovers from the partnership that currently remain active.

This partnership finished in 2006, and Bazán, due to internal reasons, hindered the organizational independence of its turbine factory and diversification policies. Given the relationship of trust and the past collaboration between Bazán and Mitsubishi, there would have been another opportunity for collaboration among Bazán, Mitsubishi and Eurus Energy (as wind farm developer and intermediary) in 2010. Nevertheless, Eurus Energy did not achieve the grant for new installed capacity in the regional tendering of that year; therefore, the partnership was not possible.

This partnership represents an alternative to the traditional scheme of subsidiaries (with more or less ties within the local economy), and technology transfer in only one way. Both models are complementary, because the last one can increase the industrial capacity mainly in case of supply bottlenecks combined with faster market growths and a lack of supply-base capabilities. The main driver for the location of traditional subsidiaries is the proximity-concentration hypothesis, based on the high transportation costs of heavy components (Markusen and Venables, 2000; Kirkegaard, Hanemann and Wescher, 2009). Likewise, partnerships encompass close relation, trust and reciprocal advantages in terms of knowledge and technology exchange, production of added value products and incremental innovations and improvements. In addition, apart from seeking markets, main drivers of partnerships are key knowledge assets

embedded in learning by doing and expertise or codified technology. Hence, building up a comprehensive set of supply-base capabilities, as well as associated institutions (universities, vocational programs or technology centres) is crucial. In this regard, bidding procedures in regional tenderings could be key tools to make easier the configuration of partnerships and trigger sectoral spillovers.

The second joint venture analysed consists of a partnership, on an equal basis, between Navantia (merger between Bazán and Astano, both shipyards) and the Spanish tower manufacturer Windar¹⁰⁰. This joint venture is also relevant for the Galician wind sector, because it constitutes the first attempt to penetrate in the international offshore market by exporting platform components. Moreover, analysing the evolution of this joint venture makes easier assessing the outcomes of the former partnership, as well as the results of the interactive learning and technology transfer mechanisms.

Navantia and Windar signed in 2014 an agreement to set up a joint venture with the main aim of manufacturing platforms to offshore wind farms. Both firms contribute in different ways to the joint venture. On the one hand, Windar was able to provide its background in the offshore market. On the other hand, Navantia provided its facilities, technological capabilities, project management, as well as background manufacturing towers to the onshore market.

Concerning basic and applied R&D, the regional university system is engaged with Iberdrola (a Spanish multinational utility) and Navantia conducting researches on improving analytical methodologies, equipment, floating platforms, as well as sectoral efficiency in offshore domains¹⁰¹. In particular, the Integrated Group for Engineering Research (University of A Coruña) is designing supply vessels for offshore wind farms of Iberdrola, as well as underwater robots, among others. In this way, university tends to undertake R&D activities and firms the demonstration phase.

Given the expertise of this joint venture, Navantia and Windar signed in 2015 a contract to provide 29 jackets (metallic structures which work as a foundation) to Iberdrola for the Wiking offshore wind farm, located in Germany. Likewise, auxiliary industry plays a decisive role in the contract, due to its technological capabilities reached during its collaboration with Bazán and multinational wind turbine

¹⁰⁰ Windar Renovables is a Spanish firm which has several tower factories in Spain, Brazil, India and Mexico; with more than 1,400 employees.

¹⁰¹ For instance, see for further information Castro-Santos and Diaz-Casas (2014, 2015).

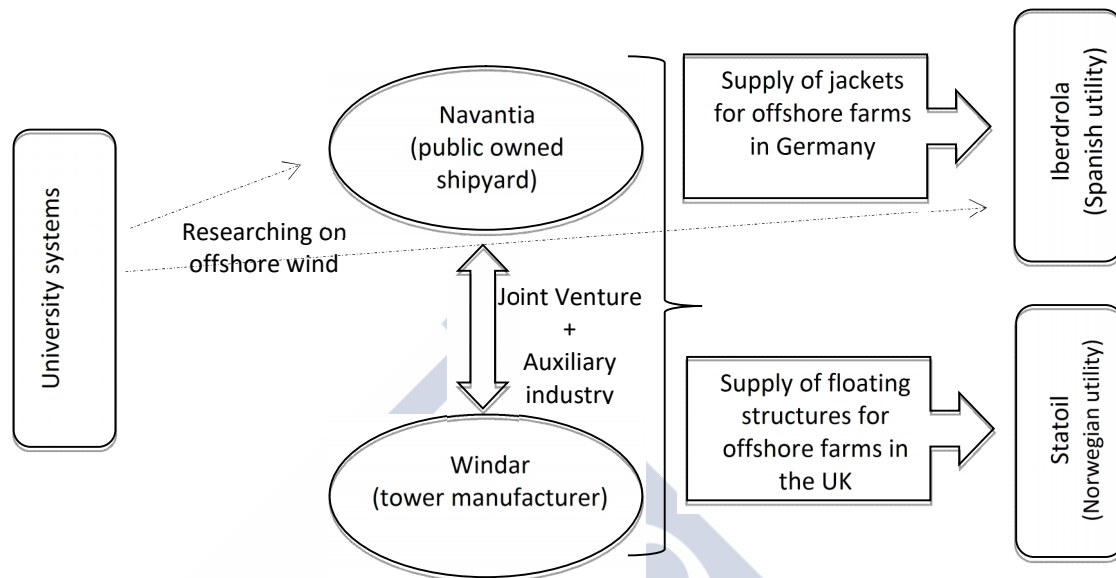
manufacturers in the past. This contract was relevant to Navantia, because it represented the first contract in the offshore market, as well as due to the international highly specialised competitors in this niche, such as the Danish foundation manufacturer Bladt (EWEA, 2016). The joint venture Navantia-Windar is attempting to organise the auxiliary industry through joint ventures around specific projects in order to reach synergies among the different local actors and, therefore, compete more efficiently for new international contracts. The main aim of these actions is to achieve a more wide range of core activities, as well as a reduction of costs.

In spite of this contract, the milestone for this joint-venture as well as a proof of the technology learning was the contract with the Norwegian utility Statoil. Under this contract signed in 2015, Navantia and Windar provide five floating platforms (SPAR) for 6 MW turbine in a Statoil's offshore farm placed in the United Kingdom from 2016 until 2018. This offshore installation will be the first one which uses floating structures in deep waters. Hence, the joint venture is developing a cutting-edge technology which represents a step beyond incremental innovations from interactive learning and technology transfer processes. For instance, the assembly process of the floating platforms will be on the slipway, which represents a technological improvement. The penetration in the offshore market (mainly concerning floating platform) could be seen as a long-term path dependence outcome, i.e. from a penetration in the wind sector dependent on foreign initiative to an autonomous penetration in a cutting-edge market niche. In fact, Navantia is currently an active participant in the Global Offshore Europe, which is a highly specialised sectoral conference and exhibition event. Figure 67 shows the main dynamics and interactions between this joint venture with the auxiliary industry and the regional university system for the exploitation of the foreign offshore markets. It should be pointed out that this joint venture is newly established and it is still ongoing in 2015.

Given initial high supply-base capabilities and background in related sectors, Bazán (later Navantia) could be able to develop a partnership with a high level of interactive learning, and, therefore, triggering mutual benefits for both members, instead of a more passive role consisting only on technology transfer mechanisms. As a result of this path dependence and the interaction with the regional university system, the joint venture is able to take the initiative to compete in foreign markets with cutting-edge products. Hence, interactive learning arises as a complement and alternative mechanism

to discover and enhance internal strengths, which could lead to diversify firm core activities through interaction.

Figure 67. Industrial linkages in the joint venture for the exploitation of the offshore markets (2014-2015)



Source: Own elaboration based on interviews

It should be pointed out that even foreign markets represent an opportunity of portfolio diversification for the joint venture; there is neither planned nor installed offshore capacity in the Spanish market (Vázquez, Astariz and Iglesias, 2015). In this regard, underdeveloped domestic markets could hinder private R&D in renewable energies, as empirical evidences underline (Watanabe, Wakabayashi and Miyazawa, 2000).

7. Conclusions

Wind energy is one of the main global renewable energies concerning diffusion, technological development and social acceptance. Likewise, value chains and sectoral firms are embedded in global markets which determine its regional dynamics and economic impact. Turbine manufacturing is concentrated on few multinational firms, but there is a constellation of suppliers and sub-suppliers around them. Both kinds of companies might trigger an industrial sector, and therefore socioeconomic benefits for the host region.

Fostering a resilient wind sector needs to build up a comprehensive framework, in which foreign and local firms interact opening new market niches and upgrading capabilities. The combination of the IS and the GVC approaches is key to the emergence of this structure and its consolidation through strengthening the linkages among agents. In fact, the ways of interaction determine the configuration and competitiveness. However, the emergence and upgrading process in a peripheral sector could encompass a wide array of singularities due to institutional thinness, financial restrictions or a lack of innovative performance. These particularities in peripheral contexts are shown in the case of the Galician wind sector.

Concerning policy implementation, the target approach enables to identify the barriers which blocked the consolidation, as well as different alternatives to sectoral upgrading. Firstly, suitable institutional and market conditions should be set to guarantee enough demand for the industry. These policies are driven by the recovery of the traditional intensive model, based on large-scale projects, and the promotion of green transitions. The emergence phase should be focused mainly on encouraging local capabilities, attracting FDI and increasing critical mass through start-up incubators and venture capital. During the consolidation step, cross-border cooperation and technological monitoring become essential to avoid lock-in and ensure competitiveness.

In spite of the sectoral slowdown and downgrading, there are some successful experiences in which the agents involved were able to move from the naval sector to onshore wind, and later to the offshore wind sector. These experiences underline the progressive process of diversification towards cognitive related activities, as an example of Jacobs' externalities. In this regard, these involved agents could take advantage of their expertise in related activities in order to recombine them and enhance technology competitive advantage in the new sectors. Likewise, these experiences highlight the potential benefits of policy implementation aimed at upgrading the Galician wind sector, as well as fostering diversification paths. For these reasons, it could be advisable to focus on the main features of these experiences, especially in terms of the main drivers, as well as the characteristics of the technology flows.

Multinational firms can be embedded in regional sectors, mainly through setting their own subsidiaries, licensing technology or working in a partnership with a local agent. Given the singularities of peripheral areas and the importance of technology and knowledge flows, literature has traditionally focused on technology transfer,

characterised by technology knowledge flows in one direction, from the multinational firm to the local firm. Albeit, technology and knowledge flows in both directions emerge when supply-base capabilities are developed and even it is possible the coexistence of both schemes.

Analysing the case-study of the partnership between the Spanish shipyard Bazán and the Danish turbine manufacturer Bonus, the reciprocal advantages of the interaction between them and the sectoral benefits of such collaboration are highlighted. On the one hand, Bazán could diversify its portfolio through manufacturing a high quality wind turbine because of its supply-base capabilities, i.e. experience, labour skills and high industrial standards. On the other hand, Bonus has benefited from these characteristics by means of improvements and innovations on the initial design of the wind turbine. Thus, this close collaboration was based on trust, as well as the reciprocal advantage in terms of knowledge and technology exchange. In addition, there were technology spillovers to the suppliers of Bazán through outsourcing the production of some components and the transfer of technology. As a result, these suppliers started to provide inputs to other multinational manufacturers, such as Vestas or Gamesa. Moreover, this partnership constituted the foundation for the penetration in the offshore market and, mainly, the development and commercialisation of floating platforms for offshore wind farms. This kind of partnership can develop more added value and tailoring products complementing the traditional scheme of multinational subsidiaries. These last firms can increase the industrial capacity especially during earlier phases, when there are supply bottlenecks and a lack of supply-base capabilities.

The joint venture between Navantia (merger between Bazán and Astano) and Windar represents the outcome of the interactive learning, as well as the collaboration with the regional university system. Given the diversification of the core activities, due to its collaboration in the past with Bonus, Navantia was able over time to diversify its portfolio and penetrate in the international offshore wind market. The joint venture faces the international competition with cutting-edge products in this highly specialised market niche. Hence, interactive learning arises as a complement and alternative mechanism to discover and enhance internal strengths, which could lead to diversifying firm core activities through interaction.

Apart from large domestic markets, supply-base capabilities and regional bidding procedures arise as the main drivers for interactive learning partnership. There

is no doubt that a minimum level of capabilities is crucial for mutual learning. However, lessons from this case-study show that regional bidding procedure, local content requirements and industrial plans play a key role in the emergence of partnerships. In this way, a multicriteria regional bidding procedure combined with local content requirements could make easier regional outcomes, in terms of employment, production, as well as technology development. Likewise, these outcomes should be related to the wind energy sector through increasing industrial facilities and developing new tailoring wind turbines or services. Nevertheless, in some cases, such as in Galicia, mandatory industrial plans develop projects in the canning industry, agro-industry or the forestry sector; no directly related to the wind sector. Enhancing local capabilities, fostering foreign direct investment attraction, as well as expertise in the wind sector could be decisive tools, which trigger international partnerships and interactive learning dynamics.





CONCLUSIONS



1. Main conclusions

Wind energy has made easier sustainable transitions and energy diversification in most of the developed economies, as well as in emergent and developing countries. In addition, the development of this renewable energy has triggered the emergence of a set of agents along the value chain, which foster the diversification and the economic stimulation of many regions. Current dynamics and future prospects of the world energy systems depend, to some extent, on the evolution of wind energy and its potentialities. In this regard, wind energy triggers positive impacts on modern societies in several domains, such as in the energy and environment fields, as well as on economic growth.

From an economic perspective, wind sector emergence could trigger job creation and industrial diversification, mainly in those regions with a previous industrial specialisation connected in cognitive terms to wind energy. This is the case of the Galician naval sector, due to most of the existent firms in the naval sector could diversify their portfolio towards the production of turbine components. In this regard, the regional path dependence could play a positive role, because it enables industrial diversification and, therefore, regional resilience by means of recombination of knowledge and know-how among firms, institutions and organizations. Hence, sectoral promotion could represent one of the main foundations of industrial and energy policy agendas, mainly, in those cases in which the starting point is favourable, such as in Galicia. Nevertheless, given the role played by different kinds of agents and institutions embedded on diverse socioeconomic contexts, policy implementation could be a complex task.

The Galician wind energy sector showed favourable initial conditions to the sectoral development from the 1980s to the beginning of the 1990s. Given the existence of vast wind resources, as well as a set of firms involved in the naval value chain, the wind sector was reaching critical mass. In spite of the lack of a comprehensive set of policies aimed at developing the value chain, the economic impact on the Galician economy was relevant until 2007, when legal and macroeconomic instability undermine the positive evolution. In this context, the contribution of the wind sector reached 1,16% of the regional GDP and more than 5.600 direct and indirect jobs in 2005. Furthermore, job creation in some industrial branches, such as manufacturing of machinery and equipment, as well as of electrical equipment; represent 18% of the total employment in these branches during the sectoral peak in 2005. Likewise, it was also remarkable the

indirect job creation reached in the branch related to R&D tasks (5,3% of the total regional employment). In addition, it should be highlighted that the Galician wind energy sector is not labour-intensive, as it is shown by the fact that the relative sectoral impact on the regional employment is fewer than in the regional GDP.

Despite the lack of international competitive industrial agglomeration, wind power triggered significant increases of output, as well as a remarkable contribution to the regional GDP and job creation. Hence, this renewable energy could constitute an alternative to traditional declined agglomerations, with positive effects on production and employment in industrial as well as knowledge-based activities. The Galician wind sector did not constitute an exception, and it became a remarkable alternative to the declined naval sector. As a result of the recombination of tacit and codified knowledge, as well as know-how from this traditional sector, the wind sector arises by evolution, being one of the main regional economic drivers.

The results from the input-output model also underline the sectoral dependence on temporal activities, that is, the set of tasks related to manufacturing of components and the installation of wind farms. For this reason, a sectoral stagnation, in terms of new installed capacity, could trigger a reduction of the economic impact on the regional economy, because temporal activities represent the bulk of the economic contribution. In this regard, permanent activity contribution (operation and maintenance of wind farms as well as electricity production) is irrelevant and it does not constitute an economic driver. In other words, there is no sufficient wind turbines stock in order to reach an important contribution to the economy. The strong reduction in growth of new installed capacity since 2007 has triggered a collapse of the industrial sector, due to the clear sectoral orientation to home markets. This slowdown was a combined consequence of legal instability, both at national and regional levels, and the impact of the economic crisis. It should be kept in mind that wind power constitutes a capital-intensive sector; therefore, legal instability could undermine its development by means of increasing uncertainty and reducing expected profitability.

Given these sectoral features, it is advisable the implementation of a comprehensive policy program aimed at restoring the conditions during the sectoral deployment, as well as the upgrading and diversification of the industrial agglomeration. On the contrary, a new increase of the installed capacity without any kind of promotion policies could lead to bottlenecks in the local value chain and a

subsequent rise of imports. Sectoral promotion policies focused on these goals in the Galician wind sector involve two singularities in comparison with the common policy programs. The first one is related to the previous evolution, due to the downgrading process since 2007. In this case, the main aim is to upgrade and diversify the existing structure, instead of fostering a new multi-agent structure from scratch. The second one refers to the general features of Galicia as a peripheral region. Institutional thinness, low innovative performance and macroeconomic volatility challenge traditional policy design schemes. In this regard, the policy program implemented in the traditional leaders (such as Denmark or Germany) could be not suitable for the Galician case due to systemic weaknesses.

Concerning the upgrading process of the Galician wind sector, it is key to understand the influence of both local capabilities, as well as the interaction between foreign and local stakeholders. The development of a sectoral comprehensive structure requires a systemic approach based on the role played by public and private agents in a multidisciplinary level. It is also crucial to consider the firms strategies in the wind sector, because the value chain is global with a strong presence of multinational companies in a regional hub basis. Hence, promotion policies should combine the enhancement of local capabilities, in terms of critical mass, interactions, innovation performance, and the improvement of the governance patterns within global value chains.

The combination of the Innovation System (IS) and the Global Value Chains (GVC) approaches represents a milestone in the analysis of the upgrading process in peripheral wind sectors. Given the features of this kind of sectors, it should be advisable to assess how the local innovation system interacts with the governance patterns established between local and multinational firms. The main aim of this theoretical combination is to enhance sectoral resilience over time. In addition, this combination constitutes a holistic perspective, because it takes into account the agents and institutions involved in the creation and diffusion of economically valuable knowledge, as well as the governance patterns among firms from different socioeconomic contexts. Moreover, the combination of these two approaches could overcome the disadvantage of downscaling the IS approach on the regional or sectoral level, due to the increasing role of global connections. This issue is key in the upgrading process of the wind sector, because the final goal is to build up a regional competitive sector. Likewise, it also

represents a step ahead from the cluster perspective (mainly focused on the local environment) and the Sectoral Innovation Systems (SIS), because this approach does not consider governance patterns.

The comprehensive policy program designed to upgrade the Galician wind sector should trigger several improvements in the local innovation systems, as well as in the value chains established among Galician firms and multinational agents. At the same time, the improvements triggered in the IS could shape the governance ties, through increasing the supply-base capabilities, making them more resilient over time and rising added value. Likewise, the nature of the ties established among Galician and international firms could lead to build up different capabilities in the local system and strengthen innovation performance. Thus, policy implementation based on this combined theoretical approach is far-reaching, enabling the implementation of holistic and multidisciplinary policies to overcome systemic failures, common in peripheral sectors.

This combined theoretical framework needs an evolutionary instrument in order to implement the aforementioned combined theoretical approach. In this way, the target perspective arises as the most suitable systemic and evolutionary tool in order to promote and strengthen the emergence of sectors and multi-agent structures. This perspective, based on the extended industry life cycle, makes the policy design and implementation easier throughout consecutive sectoral development phases. In this regard, it is based on the concept of path-dependence, in which the development strategies implemented and the overall past context matter for future available options. Likewise, the target approach constitutes a dynamic policy toolkit, in which the suitability of the wide array of policies depends on the specific sectoral development phase. For this reason, the timing process in this perspective is a key aspect.

Policy recommendations aimed at upgrading the Galician wind sector are framed in a three-phase policy program. The main aim of the first phase is to set market and institutional conditions for the sectoral re-emergence. The second phase consists of building up multi-agent structures and increasing critical mass. Finally, the third phase is aimed at consolidating the development path, through making easier diversification toward related activities and avoiding lock-in processes. Overall, empirical evidences, based on this evolutionary framework, as well as on interviews with the main sectoral stakeholders, underline the complementarity of market size and Foreign Direct

Investment policies as a way of upgrading the Galician wind sector. In addition, the diversification towards green transitions, through enhancing local capabilities, also constitutes a key guideline for improving sectoral performance and its resilience against exogenous shocks.

Given the Galician wind sector underwent a downgrading process during the evolution from the emergence phase to the maturity and consolidation phases, it is advisable to restore initial conditions in order to guarantee minimum market conditions. Regarding the first phase, setting clear and stable policy guidelines in tenderings and the remuneration models (avoiding legislative instability) could trigger new investments in wind energy. It should also be advisable a multicriteria regional bidding procedure, which gives priority to industrial wind plans and projects which guarantee environment sustainability and recreational values in locations with wind farms. As captive, market and modular governance patterns were the most remarkable ties among Galician suppliers and multinational firms, it is crucial to guarantee market conditions. According to interviewees, repowering could represent a significant market stimulus for wind energy, which might be implemented by means of a scrapping system in order to replace old and inappropriately positioned turbines with new and more efficient equipment. In addition, a price supplement could be charged to the electricity from these new turbines, which foster the investment in this new equipment. Likewise, it could be advisable to launch the bases for green transitions, mainly focused on the small wind turbine market, due to the regional background.

As the second stage is aimed at developing critical mass and local capabilities, location determinants and industrial policies play a remarkable role over different temporal horizons. In this regard, combining LCR and multicriteria regional bidding procedures, in order to trigger partnerships between local firms and international manufacturers, could make knowledge exchange easier within the value chain. As local firms have been threatened by offshoring due to the standardization of their activities and the sectoral slowdown, it is crucial the implementation of professional-firm training to improve internal performance and tailored products and the adoption of certifications. These measures foster sectoral resilience against delocalization strategies, as well as a movement from captive ties (high dependence on orders from a single manufacturer) to market or modular value chains. Concerning technology infrastructure, interviewees stress the role played by a regional technological centre due to small and medium size

firms do not have enough funds to undertake R&D activities. These companies are captive in standard or low value products, because they make products on request under fixed customer specifications. Hence, this technology infrastructure could make easier the transition from captive, market or modular value chains to relational governance pattern. This transition might strengthen sectoral resilience against international competition.

Finally, technology monitoring and the development of international collaborations in emergent market niches could be crucial in order to consolidate and diversify the Galician wind sector. Likewise, these monitoring activities could enable the sector to diversify toward cognitive related activities, such as offshore wind.

The aforementioned policy program is aimed at overcoming systemic weaknesses which characterised the evolution of the Galician wind sector. However, there are some specific cases which highlight the potentialities of the Galician supply-base in order to undertake functional upgradings and diversify towards new markets and sectors. Although these examples do not represent general sectoral trends, they could enlighten the main features that can lead to successful diversification, as well as the effects of Jacobs' externalities. In this regard, the industrial partnerships between Navantia and Neg Micon as well as Windar, underline the relevance of high industrial standards and previous expertise in cognitive related tasks in order to undertake value added activities in new sectors with good future prospects. This phenomenon is enlightened in the partial transition from the traditional naval sector, first, to onshore wind and later, to offshore wind. Likewise, the interactive learning dynamics developed, which benefits both parts involved, lead to international competitive partnerships.

To sum up, the Galician wind sector could trigger a significant impact on the regional economy, in terms of employment and GDP contribution, being one of the regional economic drivers. In spite of the premature sectoral decline, it was able to build up some components of an emergent sector, developing an industrial agglomeration by evolution from the traditional naval sector. Past positive sectoral outcomes as well as promising industrial initiatives, focused on offshore wind and small wind turbines, underline the need of a comprehensive policy program to upgrade the sector.

2. Policy implications for peripheral wind energy sectors

As a result of the design and implementation of policies for the specific case of the Galician wind sector, it is possible to list some general implications which, in some cases, go beyond the sectoral as well as regional borders. Although the theoretical and analytical framework are focused on the Galician case, some policy implications could be adapted to other peripheral regions due to common features. Despite these singularities, policy recommendations should be regarded as general frame, because in any specific development case there are endogenous factors. In any case, these recommendations attempt to summarise a systemic phenomenon, in which there are different kind of agents, interactions and policies involved.

First of all, it should be emphasised that wind energy diffusion, in terms of increases of cumulative capacity, do not necessarily lead to substantial economic effects in the target region. Local installation of wind turbines could depend on imported components. In this regard, the host region should encompass several conditions in the supply-base, such as an industrial related sector, as well as some market size requirements which make easier the attraction of foreign manufacturers. Hence, the regional capacity to develop a comprehensive wind industrial structure relies more on the endogenous capabilities of their regional firms, organisations and institutions, as well as the ability to interact with foreign agents. In this way, institutional performance plays a crucial role in the implementation of policies aimed at upgrading the aforementioned elements.

Secondly, sectoral development could represent a remarkable instrument to socialise the benefits created by the commercial exploitation of this renewable resource. Job creation and the contribution to the regional GDP, added to the regional cohesion and environmental effects, represent positive outcomes of this sectoral development. Given these positive economic benefits, it is advisable to foster this sector, mainly in less developed regions or those with declined sectors connected in cognitive terms to wind energy, such as the naval one. In addition to the above, there are other ways of socialising the sectoral benefits, such as tax revenues or public participation in wind farms and so on. The development of a competitive industrial sector could be even more relevant, in terms of regional resilience, due to its impact on the emergence of new technology paths. However, there is a trade-off between some of the different ways of socialising the benefits of this renewable energy. In this regard, increasing taxes on the

wind turbines or the production of electricity could undermine incentives to invest in wind energy and, therefore, its economic impacts.

Thirdly, legal instability stands out as one of the main factor behind the sectoral slowdown. As the remaining of the electricity sector, wind energy depends on public regulation for its daily operations. Several supply and demand-side instruments, such as public tenderings or remuneration schemes, are subject to trigger remarkable positive and negatives changes in sectoral development paths. Likewise, wind energy represents a capital-intensive sector, therefore, stability plays an important role concerning financial credits. The Galician wind sector did not constitute an exception. In fact, legal instability, at regional and national levels, has hindered its emergence and consolidation, as well its socioeconomic impact on the regional economy since 2007. Moreover, the sectoral dependence on new installed capacity reinforces these pervasive dynamics. Thus, setting clear long-term guidelines constitutes main policy goals in order to establish an enabling environment for wind energy.

Fourthly, the analysis of the interactions among local capabilities and multinational agents points out the systemic nature of the upgrading process in peripheral wind sectors. Institutional weaknesses and general low innovative capacity stand out as the main barriers to improve sectoral performance and resilience in an international competitive context. For these reasons, policies should be focused on both supply and demand-side instruments, combining them on different temporal bases. Hence, the timing process and the assessment of each development phase are crucial in the success of the policy program. In addition, this policy program involves a multidisciplinary set of measures regarding the industrial, technology and energy domains. Likewise, it should be underlined the reinforcement effect among the set of policies implemented, because local supply-base capabilities could shape international governance patterns within value chains. Moreover, the promotion of specific kinds of governance patterns could trigger the development of valuable local capabilities. All this shows the evolutionary and holistic perspective that it should be adopted in order to face this issue. In this regard, widen promotion policies could fail in peripheral sectors, when they do not take into account specific singularities.

Last but not least, the Galician wind sector represents an illustrative example of sectoral development by evolution. Despite the lack of policies aimed at promoting the industrial agglomeration as well as the technology infrastructure, a set of agents arose

from the naval sector established mainly close to Ferrol and Vigo. Moreover, some current promising initiatives in the offshore wind sector have their backgrounds in some firms with expertise in the onshore sector. In all these cases, core activities are related in terms of cognitive proximity. These facts demonstrate two significant remarks:

- Firstly, path-dependence could play a positive role in regional diversification and resilience by means of making easier labour mobility and transitions to sectors with good future prospects. Literature often underlines the negative effects of path-dependence, such as lock-in processes around low value added activities. However, Jacobs's externalities play a positive role regarding diversification and regional resilience;
- Secondly, the emergence of both onshore and offshore wind sectors was a result of previous industrial capabilities, as well as market deployment in terms of wind diffusion. Given these facts and the positive economic impact of wind energy in the regional economy, it is also advisable to support related variety, which is triggered by market-led forces, instead of the promotion of new sector from scratch. In this regard, fostering the industrial wind sector is a way of enhancing comparative advantages and supporting market selection criteria. Likewise, the promotion of unrelated sectors could lead to the allocation of funds in less regional embedded sectors. It could also increase policy uncertainty due to the lack of previous related knowledge and multi-agent structures.

In summary, empirical evidences of this thesis underline the potential positive socioeconomic effects of this renewable energy on peripheral regions. These outcomes could be reached by means of a holistic as well as dynamic policy program, which is focused on specific regional singularities. In addition, the aforementioned general policy implications could make easier the design and implementation of an upgrading policy program in peripheral contexts, given common features. Likewise, some of these implications go beyond the development of the wind sector, setting many relevant patterns in order to ensure regional resilience by means of enhancing related variety. Regardless of specific features, the lessons learned with this sectoral experience could be also applied in future sectoral promotion cases.

3. Limitations and future extensions

The main topic of this thesis covers a broad analytical scope regarding wind sectoral development and its socioeconomic impact in peripheral regions. Likewise, this thesis deals with these two interrelated topics by means of a coherent analytical framework, in which the methodology is closely related to the aims. In this regard, it is key to skip the unnecessary or secondary elements in order to enhance internal coherence and address correctly the main aims. In any case, it could be advisable to underline the main limitations of this research, because they could lead to future improvements and extensions. In this way, it could be highlighted the following limitations:

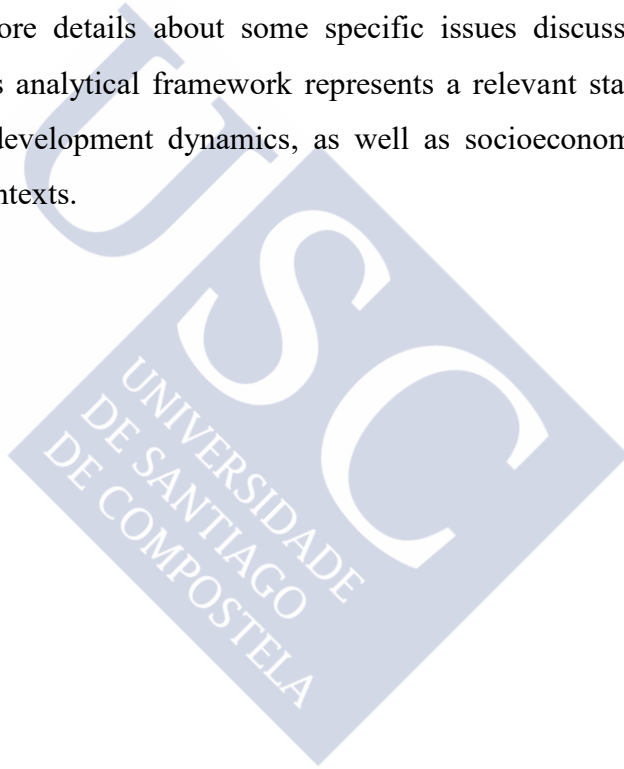
- Given the fact that official input-output data is released with significant temporal lags, as well as the additional time required making the economic quantifications, it is complex to undertake a completely updated analysis. Despite the almost lack of new installed capacity in Galicia since 2010, there is no doubt that wind sector is undergoing some changes in recent years;
- Concerning the design and implementation of the upgrading policy program, it should be kept in mind that endogenous or exogenous unexpected events could arise in any sectoral promotion program. These events would foster policy effects or hinder sectoral development. For this reason, this policy program represents a relevant initial guideline to foster the Galician wind sector.

Concerning future extensions, it could be underlined the following ones:

- Firstly, in future extensions it could be crucial to update the analyses showed in this research in order to provide the most accurate diagnosis according to future sectoral trends. Likewise, it could be advisable to extent the socioeconomic analyses to the incipient Galician offshore wind sector. In addition, future extensions should give more insights into the adoption of new technology and standards, as well as the regional clustering phenomenon derived from the emergence of wind power. Moreover, the crowding-out effect between wind energy and conventional sources is also an interesting issue for further developments. In this regard, it is unclear to what extent wind energy triggers job reductions in conventional sources at regional level, and if the net outcome is positive or negative.

- Regarding the design and implementation of the upgrading policy program, future extensions should give more insights into the assessment process regarding policy implementation in peripheral contexts, as well as the trade-off between some measures, such as local content requirements and tariffs, and the global value chain efficiency. This last regional dilemma is focused on the choice between employment and technological benefits or higher production cost. This issue is not trivial in a global sector, because a set of policies aimed at fostering regional employment and critical mass could undermine competition within global value chains and long-term resilience.

These aforementioned extensions might complement the current analytical framework, providing more details about some specific issues discussed along the thesis. In this regard, this analytical framework represents a relevant starting point to study in depth sectoral development dynamics, as well as socioeconomic impact of wind energy in similar contexts.



BIBLIOGRAFÍA



- Abramovitz, M. (1986). Catching up, forging ahead and falling behind. *The Journal of Economic History*, 46 (2), 385-406.
- AEE (2011). *Eólica 2011*. Madrid: Asociación Empresarial Eólica.
- (2012a). *Eólica 2012*. Madrid: Asociación Empresarial Eólica.
- (2012b). *Impacto macroeconómico del sector eólico en España*. Madrid: Asociación Empresarial Eólica.
- (2015). *Eólica 2015*. Madrid: Asociación Empresarial Eólica.
- (Varios años). *Eólica (2006-2015)*. Madrid: Asociación Empresarial Eólica.
- Aguirre, M. e Ibikunle, G. (2014). Determinants of renewable energy growth: A global sample analysis. *Energy Policy*, 69 (6), 374-384.
- Aixalá, J., Sanaú, J. e Simón, B. (2003). El desarrollo de la energía eólica en Aragón: Estimación de los efectos en la producción y el empleo regionales. *Economía Aragonesa*, 22, 55-80.
- Allen, R. e Lecomber, J. (1975). Some test on a generalized version of RAS. En R. Allen e W. Gossling, *Estimating and projecting input-output coefficients* (pp. 920-923). London: Publishing Company.
- Altenburg, T. (2006). Governance patterns in value chains and their development impact. *The European Journal of Development Research*, 18 (4), 498-521.
- Amer, M., Daim, T. e Jetter, A. (2016). Technology roadmap through fuzzy cognitive map-based scenarios: the case of wind energy sector of a developing country. *Technology Analysis & Strategic Management*, 28 (2), 131-155.
- Andersen, P.H. e Drejer, I. (2008). Systemic innovation in a distributed network: The case of Danish wind turbines, 1972-2007. *Strategic Organization*, 6 (1), 13-46.
- Annunziata, E., Frey, M., Iraldo, F. e Testa, F. (2014). The contribution of green public procurement to energy efficiency governance in buildings. En F. Decarolis e M. Frey, *Public procurement's place in the world* (pp. 1-13). Basingstoke: Palgrave.
- APPA (2014). *Estudio del impacto macroeconómico de las energías renovables en España 2013*. Madrid: Asociación de Empresas de Energías Renovables.
- ASIME (2015). *Asociación de Industriais Metalúrgicos de Galicia*. Disponible na web [outubro 2015]: <http://www.asime.es/el-sector/>
- Avnimelech, G. e Teubal, M. (2007). *Innovation and technology policy (ITP) for catching up: A three phase life cycle framework for industrializing economies*. Santiago de Chile: CEPAL.
- (2008). Evolutionary Targeting. *Journal of Evolutionary Economics*, 18 (2), 151-166.
- Bacharach, M. (1970). *Biproportional matrices and input-output change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bacigalupo, M. (2010). La distribución de competencias entre el Estado y las Comunidades Autónomas en materia de energías renovables. *REAF*, 10, 286-329.

- Baraja, E. e Herrero, D. (2010). Energías renovables y paisaje en Castilla y León: Estudio de caso. *Nimbus: Revista de climatología, meteorología y paisaje*, 25-26, 21-42.
- Barge, A. e Modrego, A. (2007). Los centros tecnológicos como instrumentos de intervención pública en los sistemas regionales de innovación. En X. Vence, *Crecimiento y políticas de innovación. Nuevas tendencias y experiencias comparadas* (pp. 241-271). Madrid: Pirámide.
- Bell, M. (1984). Learning and the accumulation of industrial technological capability in developing countries. En M. Fransman e K. King, *Technological capability in the third world* (pp. 187-209). London: Macmillan.
- Benito, G. e Narula, R. (2008). States and firms on the periphery: The challenges of a globalising world. En G. Benito e R. Narula, *Multinationals on the periphery* (pp. 1-24). London: Palgrave.
- Bergek, A. e Jacobsson, S. (2010). Are tradable green certificates a cost-efficient policy driving technical change or a rent-generating machine? Lessons from Sweden 2003-2008. *Energy Policy*, 38 (3), 1255-1271.
- BIC Galicia (2009). *Energías renovables (servicios de ingeniería e consultoría). Plan de Desenvolvemento Integral de Ferrol, Eume e Ortegal*. Santiago de Compostela: BIC Galicia.
- Bjerkseter, C. e Ågotnes, A. (2013). *Levelised cost of energy for offshore floating wind turbine concepts*. Ås (Norway): Norwegian University of Life Science.
- Blanco, M. (2009). The economics of wind energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 1372-1382.
- Blanco, M. e Rodrigues, G. (2009). Direct employment in the wind energy sector: An EU study. *Energy Policy*, 37 (8), 2847-2857.
- Boschma, R. (2005). Proximity and innovation: A critical assessment. *Regional Studies*, 39 (1), 61-74.
- (2015). Towards an evolutionary perspective on regional resilience. *Regional Studies*, 49 (5), 733-751.
- Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: A review of research and theory. *Research Policy*, 29 (4-5), 627-655.
- Breukers, S. e Wolsink, M. (2007). Wind power implementation in changing institutional landscapes: an international comparison. *Energy Policy*, 35 (5), 2737-2750.
- Burguillo, M. e Del Río, P. (2008). La contribución de las energías renovables al desarrollo rural sostenible en la Unión Europea: Pautas teóricas para el análisis empírico. *Tribuna de Economía*, 845, 149-165.
- Butler, L. e Neuhoﬀ, K. (2008). Comparison of feed-in tariff, quota and auction mechanism to support wind power development. *Renewable Energy*, 33 (8), 1854-1867.
- Calvo, A., Iglesias, G. e Del Río, P. (2013). Analyzing the techno-economic determinants for the repowering of wind farms. *The Engineering Economist*, 58 (4), 282-303.

- Campos, P. e Klagge, B. (2013). The evolution of the wind industry and the rise of Chinese firms: From industrial policies to global innovation networks. *European Planning Studies*, 21 (9), 1341-1356.
- Cantwell, J. (2009). Innovation and information technology in the MNE. En A. Rugman, *The Oxford Handbook of International Business* (pp. 417-446). Oxford: Oxford University Press.
- Carballo, A. e Villasante, C.S. (2008). Applying physical input-output tables of energy to estimate the energy ecological footprint (EEF) of Galicia (NW Spain). *Energy Policy*, 36, 1148-1163.
- Castro-Santos, L. e Diaz-Casás, V. (2014). Life-cycle cost analysis of floating offshore wind farms. *Renewable Energy*, 66, 41-48.
- (2015). Sensitivity analysis of floating offshore wind farms. *Energy Conversion and Management*, 101 (1), 271-277.
- Christensen, J.L. (2010). Science, engineering and people with a mission. Danish wind energy in context 1891-2010. *The International Schumpeter Society Conference*, Aalborg (Denmark).
- Cluergal (2016). *Sobre Cluergal*. Disponible na web [xaneiro 2016]: <http://cluergal.org/gl/sobre/que-e/>
- Colmenar-Santos, A., Campiñez-Romero, S., Pérez-Molina, C. e Mur-Pérez, F. (2015). Repowering: An actual possibility for wind energy in Spain in a new scenario without feed-in-tariffs. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 41, 319-337.
- Commission of the European Communities (2009). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on investing in the development of Low Carbon Technologies (SET-Plan). Brussels.
- Consellería de Facenda (2015). *Orzamentos*. Disponible na web [abril 2015]: <http://www.xunta.es/facenda>
- Consorcio da Zona Franca de Vigo (varios anos). *Ardán Galicia (1995-2015)*. Vigo: Consorcio da Zona Franca de Vigo.
- Cooke, P. (2001). Regional innovation systems, clusters and the knowledge economy. *Industrial and Corporate Change*, 10 (4), 945-974.
- (2004). Regional knowledge capabilities, embeddedness of firms and industry organisation: Bioscience megacentres and economic geography. *European Planning Studies*, 12 (5), 625-641.
- (2009). Origins of regional innovation systems thinking and recent advances from analysis of "green innovation". *Ekonomiaz: Revista Vasca de Economía*, 70, 60-85.
- (2014). Creating cleantech clusters-Lessons for transition regions. En X. Vence e D. Rodeiro, *Innovación y emprendimiento con base en las ciencias* (pp. 119-140). Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela. Servizo de Publicacións e Intercambio Científico.

- Cooke, P. e Huggins, R. (2002). High-technology clustering in Cambridge (UK). En A. Amin, S. Goglio e F. Sforzi, *The institution of local development* (pp. 51-74). Aldershot: Ashgate.
- Cooke, P., Gomez, M. e Etxebarria, G. (1997). Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. *Research Policy*, 26 (4-5), 475-491.
- Costa, M. (2014). El proceso de liberalización de la economía española: El caso del sector eléctrico. En J. Alonso e R. Myro, *Ensayos sobre economía española: Homenaje a José Luis García Delgado* (pp. 298-309). Pamplona: Civitas.
- Couture, T. e Gagnon, Y. (2010). An analysis of feed-in tariffs remuneration models: Implication for renewable energy investment. *Energy Policy*, 38 (2), 955-965.
- Dalton, G.J. e Lewis, T. (2011). Metrics for measuring job creation by renewable energy technologies, using Ireland as a case study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 2123-2133.
- Del Río, P. (2007). Políticas públicas, creación de industria e innovación en energías renovables. Una reflexión sobre el caso español. *Economía Industrial*, 384, 75-84.
- Del Río, P. e Bleda, M. (2012). Comparing the innovation effects of support schemes for renewable electricity technologies: A function of innovation approach. *Energy Policy*, 50, 272-282.
- Del Río, P. e Burguillo, M. (2009). An empirical analysis of the impact of renewable energy deployment on local sustainability. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 1314-1325.
- Del Río, P. e Unruh, G. (2007). Overcoming the lock-out of renewable energy technologies in Spain: The cases of wind and solar electricity. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11 (7), 1498-1513.
- Del Río, P., Calvo, A. e Iglesias, G. (2011). Policies and design elements for the repowering of wind farms: A qualitative analysis of different options. *Energy Policy*, 39 (4), 1897-1908.
- Díaz, L. (2012). Missions-oriented RD&D institutions in energy between 2000 and 2010: A comparative analysis of China, the United Kingdom, and the United States. *Research Policy*, 41, 1742-1756.
- Doldán, X.R. (2008). A situación enerxética galega no contexto europeo. *Revista Galega de Economía*, 17 (extraordinario), 241-262.
- Doldán, X.R. e Asociación Véspera de Nada por unha Galiza sen Petróleo. (2013). *Guía para o descenso enerxético* (1ª ed.). Betanzos: Asociación Véspera de Nada por unha Galiza sen Petróleo.
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories. *Research Policy*, 11, 147-162.
- Dosi, G. e Grazzi, M. (2009). Energy, development and the environment: An appraisal three decades after the “limits to growth” debate. En A. Pyka, U. Cantner e A. Greiner, *Recent advances in neo-schumpeterian economic. Essays in honour of Horst Hanusch* (pp. 34-52). Cheltenham: Edward Elgar.
- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. e Soete, L.L. (1988). *Technical change and economic theory*. London: Pinter.

- Dunning, J. (2001). The eclectic (OLI) paradigm of international production: Past, present and future. *Economics of Business*, 8 (2), 173-190.
- DWIA (2010). *Denmark-wind power hub*. Copenhagen: Danish Wind Industry Association.
- (2015). *Industrial statistics*. Danish Wind Industry Association. Disponible na web [agosto 2015]: http://www.windpower.org/en/knowledge/statistics/industry_statistics.html
- Edler, J. e Yeow, J. (2016). Connecting demand and supply: The role of intermediation in public procurement of innovation. *Research Policy*, 45 (2), 414-426.
- Edquist, C. (2010). Government technology procurement as an instrument of technology policy. En M. Teubal, D. Foray, M. Justman e E. Zuscovitch, *Technological infrastructure policy. An international perspective* (pp. 141-170). Dordrecht: Kluwer.
- Edquist, C. e Hommen, L. (2008). Systems of innovation approaches. Their emergence and characteristics. En C. Edquist e L. Hommen, *Small country innovation systems. globalization, change and policy in Asia and Europe* (pp. 1-28). Northampton: Edward Elgar.
- Edquist, C. e Zabala-Iturriagoitia, J. (2012). Public procurement for innovation as mission-oriented innovation policy. *Research Policy*, 41 (10), 1757– 1769.
- Edquist, C., Vonortas, N., Zabala-Iturriagoitia, J. e Edler, J. (2015). *Public procurement for innovation*. Cheltenham: Edward Elgar.
- EGA (2016). *Fábrica de componentes eólicos en Galicia*. Asociación Eólica de Galicia Disponible na web [xaneiro 2016]: <http://www.ega-asociacioneolicagalicia.es/imagenes/flash/mapaFabricas.swf>
- Ek, K. e Söderholm, P. (2010). Technology learning in the presence of public R&D: The case of European wind power. *Ecological Economics*, 69 (12), 2356-2362.
- Elola, A., Parrilli, M.D. e Rabellotti, R. (2013). The resilience of clusters in the context of increasing globalization: The Basque wind energy value chain. *European Planning Studies*, 21 (7), 989-1006.
- Espejo, C. (2004). La energía eólica en España. *Investigaciones Geográficas*, 35, 45-65.
- Etzkowitz, H. e Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From national systems and “Mode 2” to a triple helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29, 109-123.
- European Commission (2015). *Economics of industrial research and innovation. The EU industrial R&D investment scoreboard*. Disponible na web [maio 2015]: <http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard.html>
- Eurostat (2008). *Eurostat manual of supply, use and input-output tables*. Luxembourg: European Communities.
- EVE (2015). *Energías renovables*. Ente Vasco de la Energía. Disponible na web [agosto 2015]: <http://www.eve.es/index.aspx>

- EWEA (2008). *Wind at work. wind energy and job creation in the EU*. Londres: Earthscan.
- (2009). *Wind energy- the facts: A guide to the technology, economics and future of wind power*. Londres: Earthscan.
- (2011). *Wind in power. 2010 European statistics*. Londres: Earthscan.
- (2012). *Green growth. The impact of wind energy on jobs and the economy*. Londres: Earthscan.
- (2016). *The European offshore wind industry - key trends and statistics 2015*. Bruselas: European Wind Industry Association.
- Fan, P. e Watanabe, C. (2006). Promoting industrial development through technology policy: Lessons from Japan and China. *Technology in Society*, 28 (3), 303-320.
- Faulin, J., Lera, F., Pintor, J. e García, J. (2006). The outlook for renewable energy in Navarre: An economic profile. *Energy Policy*, 34 (15), 2201-2216.
- Fernández, F. e Ventura, J. (2011). Energía eólica en la región euromediterránea: Desarrollo y perspectivas. *Observatorio Medioambiental*, 14, 107-128.
- Fernández, J., Vence, X. e Yáñez, B. (2011). O impacto das caixas de aforro na dinamización do tecido produtivo de Galicia. *Sistema financeiro post-crise e innovación: Repensar a banca pública*. Santiago de Compostela, España.
- Foray, D. (2006). *The economics of knowledge*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Freeman, C. e Soete, L. (1997). *The economics of industrial innovation* (3º ed.). Londres-Washington: Pinter.
- Frenken, K., Oort, F. e Verburg, T. (2007). Related variety, unrelated variety and regional economic growth. *Regional Studies*, 41 (5), 685-697.
- Friebe, C., Flotow, P. e Täube, F. (2014). Exploring tecnologoy diffusion in emerging markets - the role of public policy for wind energy. *Energy Policy*, 70, 217-226.
- Fromhold-Eisebith, M. e Eisebith, G. (2005). How to institutionalize innovative clusters? Comparing explicit top-down and implicit bottom-up approaches. *Research Policy*, 34, 1250-1268.
- Galdos, R. e Madrid, F. (2009). La energía eólica en España y su contribución al desarrollo rural. *Investigaciones Geográficas*, 50, 93-108.
- García, J. (2011). *Clusters. Competir colaborando*. Oleiros: Netbiblo.
- Garud, R. e Karnøe, P. (2003). Bricolage versus breakthrough: Distributed and embedded agency in technology entrepreneurship. *Research Policy*, 32 (2), 760-774.
- Georghiou, L., Edler, J., Uyarra, E. e Yeow, J. (2014). Policy instruments for public procurement of innovation: Choice, design and assessment. *Technological Forecasting and Social Change*, 86 (6), 1-12.
- Gereffi, G., Humphrey, J. e Sturgeon, T. (2005). The governance of global value chains. *Review of International Political Economy*, 12 (1), 78-104.

- Giblin, M. e Ryan, P. (2012). Tight clusters or loose networks? The critical role of inward foreign direct investment in cluster creation. *Regional Studies*, 46 (2), 245-258.
- Gilsing, V., Bekkers, R., Bodas, M.I. e Steen, M. (2011). Differences in technology transfer between science-based and development-based industries: Transfer mechanisms and barriers. *Technovation*, 31 (12), 638-647.
- Giuliani, E., Pietrobelli, C. e Rabellotti, R. (2005). Upgrading in global value chains: Lessons from Latin American clusters. *World Development*, 33 (4), 549-573.
- Gobierno de Navarra (2004). *Plan energético de Navarra horizonte 2010. Energías renovables*. Pamplona: Gobierno de Navarra.
- (2011). *III Plan Energético de Navarra horizonte 2020*. Pamplona: Gobierno de Navarra.
- Gobierno Vasco (2011). *Estrategia Energética de Euskaki 2020*. Vitoria: Gobierno Vasco.
- Gopalakrishnan, S. e Santoro, M. (2004). Distinguishing between knowledge transfer and technology transfer activities: The role of key organizational factors. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 51 (1), 57-69.
- Gorenstein, S. e Moltoni, L. (2011). Conocimiento, aprendizaje y proximidad en aglomeraciones industriales periféricas. Estudio de caso sobre la industria de maquinaria agrícola en la Argentina. *Investigaciones Regionales*, 20, 73-92.
- Green, R. e Vasilakos, N. (2011). The economics of offshore wind. *Energy Policy*, 39(2), 496-502.
- Gregersen, B. (1992). The public sector as a pacer in national systems. En B. Lundvall, *National systems of innovation. Toward a theory of innovation and interactive learning* (pp. 133-150). London: Pinter.
- Gregersen, B. e Johnson, B. (2008). A policy learning perspective on developing sustainable energy technologies. *IV Globelics Conference*. México.
- GWEC (2014). *Global wind report. Annual market update 2013*. Bruselas: Global Wind Energy Council.
- Haakonsson, S.J. e Kirkegaard, J.K. (2016). Configuration of technology networks in the wind turbine industry. A comparative study of technology management models in European and Chinese lead firms. *International Journal of Technology Management*, 70 (4), 281-299.
- Harborne, P. e Hendry, C. (2009). Pathways to commercial wind power in the US, Europe and Japan: The role of demonstration projects and field trials in the innovation process. *Energy Policy*, 37 (9), 3580-3595.
- Hau, E. (2005). *Windturbines: Fundamentals, technologies, application, and economics* (2 ed.). Berlin: Springer.
- Haussman, R. e Rodrik, D. (2003). Economic development as self-discovery. *Journal of Development Economics*, 72 (2), 603-633.
- Hewitt-Dundas, N. e Roper, S. (2011). Creating advantage in peripheral regions: The role of publicly funded R&D centres. *Research Policy*, 40 (6), 832-841.

- Heymann, M. (1998). Signs of hubris: The shapping of wind technology styles in Germany, Denmark and the United States, 1940-1990. *Technology and Culture*, 39 (4), 641-670.
- Ho, L., Dickinson, N. e Chan, G. (2010). Green procurement in the Asian public sector and the Hong Kong private sector. *Natural Resource Forum*, 34 (1), 24-38.
- Hub North (2013). Resilient communities, connected companies, smart leaders. Engineering the green economy. Aalborg: Hub North.
- Humphrey, J. e Schmitz, H. (2002). How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? *Regional Studies*, 36 (2), 1017-1027.
- IDAE (2010). *Plan de Acción Nacional de Energías Renovables de España (PANER) 2011-2020*. Madrid: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- (2011). *Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020*. Madrid: Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía.
- IEA (2011). *IEA guide to reporting energy RD&D budget/expenditures statistics*. París: International Energy Agency.
- (2015a). *Key world energy statistics*. París: International Energy Agency.
- (2015b). *IEA energy technology RD&D statistics*. International Energy Agency. Disponible na web [decembro 2015]: http://stats.oecd.org/BrandedView.aspx?oecd_bv_id=enetech-data-en&doi=data-00488-en#
- IEA/IRENA (2016). *IEA/IRENA joint policies and measures database*. International Energy Agency/International Renewable Energy Agency. Disponible na web [maio 2016]: <http://www.iea.org/policiesandmeasures/renewableenergy/>
- IGE (2015). *Orzamentos e liquidacións da Administración Autonómica*. Instituto Galego de Estatística. Disponible na web [abril 2015]: http://www.ige.eu/web/mostrar_actividade_estadistica.jsp?idioma=gl&codigo=0306001
- Iglesias, G., Del Río, P. e Dopico, J. (2011). Policy analysis of authorisation procedures for wind energy deployment in Spain. *Energy Policy*, 39 (7), 4067-4076.
- Iizuka, M., Dantas, E. e Bodas, M.I. (2015): The diffusion of renewable energy technologies in the BRICS. En W. Naudé, A. Szirmai e N. Haraguchi, *Structural change and industrial development in the BRICS* (pp. 408-428). Oxford: Oxford University Press.
- INEGA (2014a). *Balance Enerxético de Galicia 2012*. Santiago de Compostela: Instituto Enerxético de Galicia.
- (2014b). *Parques eólicos no réxime especial en Galicia*. Instituto Enerxético de Galicia. Disponible na web [outubre 2012]: <http://www.inega.es/enerxiagalicia/listaxecentraais.html>

- (2016). *Listaxe de centrais eólicas en Galicia*. Instituto Enerxético de Galicia. Disponible na web [xaneiro 2016]: http://www.inega.es/sites/default/descargas/enerxia_galicia/centrais_eolicas.pdf
- IRENA (2015). *Renewable energy capacity statistics*. International Renewable Energy Agency. Disponible na web [xuño 2015]: <http://www.irena.org/Publications>
- Jacobs, J. (1969). *The economy of cities*. New York: Random House.
- Jacobsson, S. e Lauber, V. (2006). The politics and policy of energy system transformation - explaining the German diffusion of renewable energy technology. *Energy Policy*, 34, 256-276.
- Jay, S. (2011). Mobilising for marine wind energy in the United Kingdom. *Energy Policy*, 39, 4125-4133.
- Jiménez, J.C. (2011). Sector energético. En J.L. García e R. Myro, *Lecciones de economía española* (pp. 159-174). Madrid: Civitas.
- Justman, M. e Teubal, M. (2010). Technological infrastructure policy (TIP): Creating capabilities and building markets. En M. Teubal, D. Foray, M. Justman e E. Zuscovitch, *Technological infrastructure policy. An international perspective* (pp. 21-58). Dordrecht: Kluwer.
- Kaldellis, J. e Zafirakis, D. (2011). The wind energy (r)evolution: A short review of a long history. *Renewable Energy*, 36 (7), 1887-1901.
- Kamen, D., Kapadia, K. e Fripp, M. (2004). *Putting renewables to work. How many jobs can the clean industry generate?* Berkeley: Renewable and Appropriate Energy Laboratory Report.
- Kirkegaard, J.F., Hanemann, T. e Wescher, L. (2009). *It should be a breeze: Harnessing the potential of open trade and investment flows in the wind energy industry*. Washington: World Resources Institute. Peterson Institute for International Economics.
- Klaassen, G., Miketa, A., Larsen, K. e Sundqvist, T. (2005). The impact of R&D on innovation for wind energy in Denmark, Germany and the United Kingdom. *Ecological Economics*, 54 (2-3), 227-240.
- Klagge, B., Liu, Z. e Campos, P. (2012). Constructing China's wind energy innovation system. *Energy Policy*, 50, 370-382.
- Kogut, B. (1985). Designing global strategies: Comparative and competitive value-added chains. *Sloan Management Review*, 26 (4), 15-28.
- Kremic, T. (2003). Technology transfer: A contextual approach. *Journal of Technology Transfer*, 28 (2), 149-158.
- Kristinsson, K. e Rao, R. (2008). Interactive learning or technology transfer as a way to catch-up? Analysing the wind energy industry in Denmark and India. *Industry and Innovation*, 15 (3), 297-320.
- Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy*, 99, 483-499.
- Krugman, P. e Obstfeld, M. (2006). *Economía internacional. Teoría y política* (7ª ed.). Madrid: Pearson.

- Kuhn, T. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago-Londres: The University of Chicago Press.
- Kuipers, B. e Steijn, B. (2014). Sustainable procurement in practice: Explaining the degree of Sustainable Procurement from an Organisational Perspective. En F. Decarolis e M. Frey, *Public procurement's place in the world* (pp. 37-62). Basingstoke: Palgrave.
- Legendijk, A. e Lorentzen, A. (2007). Proximity, knowledge and innovation in peripheral regions. On the intersection between geographical and organizational proximity. *European Planning Studies*, 15 (4), 457-466.
- Lambert, R. e Silva, P. (2012). The challenges of determining the employment effects of renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 4667-4674.
- Lehr, U., Nitsch, J., Kratzat, M., Lutz, C. e Edler, D. (2008). Renewable energy and employment in Germany. *Energy Policy*, 36 (1), 108-117.
- Lema, R., Berger, A. e Schmitz, H. (2013). China's impact on the global wind power industry. *Journal of Current Chinese Affairs*, 42 (1), 37-69.
- Lema, R., Berger, A., Schmitz, H. e Song, H. (2011). Competition and Cooperation between Europe and China in the Wind Power Sector. *IDS Working paper*, 2011 (377), 1-45.
- Lema, R., Nordensvärd, J., Urban, F. e Lütkenhorst, W. (2014). *Innovation paths in wind power. Insights from Denmark and Germany*. Bonn: German Development Institute.
- Leonidou, L. (1998). Factors stimulating export business: An empirical investigation. *Journal of Applied Business Research*, 14 (2), 43-68.
- Lewis, J. (2011). Building a national wind turbine industry: Experiences from China, India and South Korea. *International Journal of Technology and Globalisation*, 5 (3/4), 281-305.
- Lewis, J. e Wiser, R. (2007). Fostering a renewable energy technology industry: An international comparison of wind industry policy support mechanisms. *Energy Policy*, 35 (3), 1844-1857.
- Leydesdorff, L. e Etzkowitz, H. (1998). The triple helix as a model for innovation studies. *Science and Public Policy*, 25 (3), 195-203.
- Li, Y., Georghiou, L. e Rigby, J. (2015). Public procurement for innovation elements in the Chinese new energy vehicles program. En C. Edquist, N. Vonortas, J. Zabala-Iturriagagoitia e J. Edler, *Public procurement for innovation* (pp. 179-208). Cheltenham: Edward Elgar.
- Llera, E., Aranda, A., Zabalza, I. e Scarpellini, S. (2010). Local impact of renewables on employment: Assessment methodology and case study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 679-690.
- Lund, P. (2009). Effects of energy policy on industry expansion in renewable energy. *Renewable Energy*, 34 (1), 53-64.
- Lundvall, B.-Å (1992). *National Systems of Innovation. Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter.

- Lundvall, B.-Å., Johnson, B., Andersen, E.S. e Dalum, B. (2002). National systems of production, innovation and competence building. *Research Policy*, 31, 213-231.
- Majocchi, A., Bacchiocchi, E. e Mayrhofer, U. (2005). Firm size, business experience and export intensity in SMEs: A longitudinal approach to complex relationships. *International Business Review*, 14, 719-738.
- Malerba, F. (2005). Sectoral systems. How and why innovation differs across sectors. En J. Fagerberg, D. Mowery e R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 380-406). Oxford: Oxford University Press.
- Manfred, A., Janser, M. e Lehmer, F. (2015). The hidden winners of renewable energy promotion: Insights into sector-specific wage differentials. *Energy Policy*, 86, 595-613.
- Markusen, A. (1996). Sticky places in slippery space: A typology of industrial districts. *Economic Geography*, 72 (3), 293-313.
- Markusen, J.R. e Venables, A.J. (2000). The theory of endowment, intra-industry and multinational trade. *Journal of International Economics*, 52 (2), 209-234.
- Marques, A., Marques, J., Fuinhas, J. e Pires, M. (2010). Motivations driving renewable energy in European countries: a panel data approach. *Energy Policy*, 38 (11), 6877-6885.
- Marshall, A. (1920). *Principles of economics*. London: MacMillan.
- Martin, R. e Sunley, P. (2006). Path dependence and regional economic evolution. *Journal of Economic Geography*, 6 (4), 395-437.
- Martínez, A., Bayod, A.A. e Pérez, M. (2002). La industria de la energía eólica en España. Tecnología y desarrollo regional endógeno. *Boletín Económico de ICE*, 2740, 19-29.
- Matti, C. e Consoli, D. (2015). The emergence of wind energy in Spain. A review of the policy mix. En F. Crespi e F. Quatraro, *The economics of knowledge, innovation and systemic technology policy* (pp. 311-347). Abingdon: Routledge.
- McCrudden, C. (2004). Using public procurement to achieve social outcomes. *Natural Resources Forum*, 28 (4), 257-267.
- Megavind (2013). *The Danish wind power hub. Strategy for research, development and demonstration*. Copenhagen: Megavind.
- Menéndez, E. (1997). *Las energías renovables. Un enfoque político-ecológico*. Madrid: Catarata.
- (2001). *Energías renovables, sustentabilidad y creación de empleo. Una economía impulsada por el sol* (2º ed.). Madrid: Catarata.
- Menzel, M.P. e Fornahl, D. (2009). Cluster life cycles-dimensions and rationales of cluster evolution. *Industrial and Corporate Change*, 19 (1), 205-238.
- Meyer, N. (2004). Renewable energy policy in Denmark. *Energy for Sustainable Development*, 8 (1), 25-35.
- Midttun, A. e Gautesen, K. (2007). Feed-in or certificates, competition or complementarity? Combining a static efficiency and a dynamic innovation

- perspective on the greening of the energy industry. *Energy Policy*, 35 (3), 1419-1422.
- Miller, R.E., e Blair, P.D. (2009). *Input-Output Analysis. Foundations and Extensions* (2ª ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Montero, M., Simón, X., Giménez, E. e Castro, F. (2010). Los planes eólicos empresariales en Galicia. Un análisis de su desarrollo. *Revista Galega de Economía*, 19 (1), 1132-2799.
- Moreno, B. e López, A.J. (2008). Las energías renovables: Perspectivas e impacto sobre el empleo en Asturias. *Revista de Estudios Regionales*, 83, 177-183.
- Mowery, D. e Sampat, B. (2005). Universities in national innovation systems. En J. Fagerberg, D. Mowery e R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 209-239). Oxford: Oxford University Press.
- Myhr, A., Bjerkseter, C., Ågotnes, A. e Nygaard, T. (2014). Levelised cost of energy for offshore floating wind turbines in a life cycle perspective. *Renewable Energy*, 66, 714-728.
- Narula, R. e Guimón, J. (2010). *The R&D activity of multinational enterprises in peripheral economies: evidences from the EU new member states*. Maastricht: United Nations University (UNU-MERIT) Working Paper Series.
- Nash, H. (2009). The European Commission's sustainable consumption and production and sustainable industrial policy action plan. *Journal of Cleaner Production*, 17 (4), 496-498.
- Navigant Research (2012). *Offshore report 2013*. Chicago: Navigant Research.
- (2013). *Small wind power. demand drivers, market barriers, technology issues, competitive landscape and global market*. Chicago: Navigant Research.
 - (2014a). *Supply chain assessment 2014 - Wind energy*. Chicago: Navigant Research.
 - (2014b). *World market update 2013. International wind energy development. Forecast 2014-2018*. Chicago: Navigant Research.
- Neffke, F., Henning, M. e Boschma, R. (2011). How do regions diversify over time? Industry relatedness and the development of new growth paths in regions. *Economic Geography*, 87, 237-265.
- (2012). The impact of aging and technological relatedness on agglomeration externalities: a survival analysis. *Journal of Economic Geography*, 12, 485-517.
- Nelson, R.R. (1993). *National Innovation Systems: a comparative analysis*. New York: Oxford University Press.
- Nelson, R.R. e Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge (Massachusetts): Harvard University Press.
- Niosi, J. (2011). *Building national and regional innovation systems*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Nooteboom, B. e Wolthuis, R.K. (2005). Cluster dynamics. En R.A. Boschma, e R.C. Kloosterman, *Learning from clusters. A critical assesment from an economic-geographical perspective* (pp. 51-67). Dordrecht: Springer.

- Nuur, C., Gustavsson, L. e Laestadius, S. (2009). Promoting regional innovation systems in a global context. *Industry and Innovation*, 16 (1), 123-139.
- OECD (2002). *Frascati Manual*. París: OECD.
- (2011a). *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2011*. París: OECD Publishing.
- (2011b). *Financing climate change action and boosting technology change: Key messages and recommendations from current OECD work*. París: OECD.
- OECD e Eurostat (2005). *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. París: OECD e Eurostat.
- Ortega, M., Del Río, P., Ruiz, P. e Thiel, C. (2015). Employment effects of renewable electricity deployment. A novel methodology. *Energy*, 91, 940-951.
- Parrilli, M., Álvarez, E., Elola, A., Lorenz, U. e Rabelloti, R. (2012). *Análisis de la cadena de valor de la industria eólica vasca: Oportunidades y ámbitos de mejora*. San Sebastián: Orkestra - Fundación Deusto.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13 (6), 343-373.
- (2005). Innovation processes. En J. Fagerberg, D. Mowery, e R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 86-114). Oxford: Oxford University Press.
- Pedden, M. (2005). *Analysis: economic impacts of wind applications in rural communities*. NREL technical monitor.
- Pérez, C. (2009). *Technological revolutions and techno-economic paradigms*. Working paper 20. Technology Governance and Economics Dynamics. Tallin: The Other Canon Foundation (Norway) e Tallin University of Technology.
- Pietrobelli, C. e Rabellotti, R. (2011). Global value chains meet innovation systems: Are there learning opportunities for developing countries. *World Development*, 39 (7), 1261-1269.
- Pintor, J.M., Lera, F., García, J. e Faulín, J. (2006). Energía eólica y empleo: El caso de Navarra como paradigma. *Tribuna de Economía*, 829, 253-271.
- Polzin, F., Migendt, M., Täube, F. e Flotow, P. (2015). Public policy influence on renewable energy investments. A panel data study across OECD countries. *Energy Policy*, 80, 98-111.
- Porter, M. (1998). *On competition*. Boston: Harvard Business Press.
- Prada, A. (2007). Percepción social sobre xeración de electricidade con fontes de enerxía renovable en Galicia. *Revista Galega de Economía*, 16 (1), 7-26.
- Pueyo, A., García, R., Mendiluce, M. e Morales, D. (2011). The role of technology transfer for the development of a local wind component industry. *Energy Policy*, 39 (7), 4174-4283.
- Ragwitz, M., Held, A., Resch, G., Faber, T., Haas, R., Huber, C. e Heyder, B. (2009). *Assessment and optimisation of renewable energy support schemes in the European electricity market*. Karlsruhe: Optimization of Renewable Energy Support (OPTRES).

- Regueiro, R.M. (2010). Xénese e desenvolvemento do sector eólico en Galicia (1995-2010): Marco institucional, aspectos económicos e efectos ambientais. *Tese doutoral*. Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela.
- Regueiro, R.M. (2011). *A propiedade do vento galego*. Santiago de Compostela: Laiovento.
- Regueiro, R., Doldán, X.R. e Chas, M. (2009). Las implicaciones de las políticas sectoriales en la problemática de la valoración de los terrenos forestales en el proceso de implantación de los parques eólicos en Galicia. *IX Jornadas de Política Económica. Reflexiones de política económica: Claves para una recuperación prolongada*. Granada (España).
- Ringel, M. (2006). Fostering the use of renewable energies in the European Union: The race between feed-in tariffs and green certificates. *Renewable Energy*, 31 (1), 1-17.
- RIPRE (2015). *Registro de Instalaciones de Producción en Régimen Especial*. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Disponible na web [xuño 2015]: <https://oficinavirtual.mityc.es/ripre/informes/informeinstalaciones.aspx>
- Rodil, Ó., Vence, X. e Sánchez, M. (2015). The relationship between innovation and export behaviour: The case of Galician firms. *Technological Forecasting and Social Change*. Published on line. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2015.09.002>
- Rodrik, D. (2004). *Industrial policy for the twenty-first century*. Discussion Paper 4767 (pp. 1-57). Cambridge (MA): CEPR.
- Rolfstam, M. (2013). *Public procurement and innovation. The role of institutions*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Rosiello, A., Avnimelech, G. e Teubal, M. (2011). Towards a systemic and evolutionary framework for venture capital policy. *Journal of Evolutionary Economics*, 21, 167-189.
- Rosiello, A., Mastroeni, M., Teubal, M. e Avnimelech, G. (2013). Evolutionary policy targeting: Towards a conceptual framework for effective policy intervention. *Technology Analysis & Strategic Management*, 25 (7), 753-77.
- Saidur, R., Islam, M., Rahim, N. e Solangi, K. (2010). A review on global wind energy policy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14 (7), 1744-1762.
- Sánchez, M.C. (2006). O papel do sector público empresarial na innovación. A experiencia española no contexto privatizador do período 1980-2003. *Tese doutoral*. Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela.
- Schallenberg-Rodríguez, J. e Haas, R. (2012). Fixed feed-in tariffs versus premium: A review of the current Spanish system. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (1), 293-305.
- Sharma, A., Srivastava, J., Kumar, S. e Kumar, A. (2012). Wind energy status in India: A short review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (2), 1157-1164.
- Simmie, J. (2012). Path dependence and new technological path creation in the Danish wind power industry. *European Planning Studies*, 20 (5), 753-772.

- Simón, B., Aixalá, J., Pérez, L. e Sanaú, J. (2009). Efectos económicos de la energía eólica en Aragón (1996-2012). *Economía Aragonesa*, 4, 56-72.
- Simón, X., Montero, M., Giménez, E.L. e Castro, F. (2010). *Os plans eólicos empresariais no sector eólico galego. Unha análise do seu grado de desenvolvemento*. Vigo: Consello Social.
- Slattery, M., Lantz, E. e Johnson, B. (2011). State and local economic impacts from wind energy projects: Texas case study. *Energy Policy*, 39 (12), 7930-7940.
- Söderholm, P. (2008). The political economy of international green certificate markets. *Energy Policy*, 36, 2051-2062.
- Söderholm, P. e Klaassen, G. (2007). Wind power in Europe: A simultaneous innovation-diffusion model. *Environmental & Resource Economics*, 36 (2), 163-190.
- Sperling, K., Hvelplund, F. e Mathiesen, B. (2010). Evaluation of wind power planning in Denmark - Towards an integrated perspective. *Energy*, 35 (12), 5443-5454.
- Stone, R. e Brown, A. (1962). *A computable model of economic growth*. London: Chapman and Hall.
- Swofford, J. e Slattery, M. (2010). Public attitudes of wind energy in Texas: Local communities in close proximity to wind farms and their effect on decision-making. *Energy Policy*, 38 (5), 2508-2519.
- Szyrmer, J. (1989). Trade-off between error and information in the RAS procedure. En R. Miller, K. Polenske e A. Rose, *Frontiers of Input-Output Analysis* (pp. 255-278). New York: Oxford University Press.
- Taylor, V.T. (1998). Economic policy, MNE competitiveness and local content: An application of the Lecraw-Morrison framework. En J.H. Dunning, *Globalization, Trade and Foreign Direct Investment* (pp. 116-129). Oxford: Pergamon.
- Thomsen, K. (2014). *Offshore wind: A comprehensive guide to successful offshore wind farm installation* (2ª ed.). London: Academic Press.
- Tödtling, F. e Trippel, M. (2005). One size fits all? Towards a differentiated regional innovation policy approach. *Research Policy*, 34 (8), 1203-1219.
- U.S. Energy Information Administration (2015). *International energy statistics*. Disponible na web [maio 2015]: <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=6&pid=29&aid=12>
- Varela-Vázquez, P. e Sánchez-Carreira, M.C. (2011). The development of wind energy in Galicia: Public policies, effects on the economy and international comparison. *51st ERS Conference*. Barcelona.
- Varela-Vázquez, P. e Sánchez-Carreira, M. (2015). Socioeconomic impact of wind energy on peripheral regions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 982-990.
- Varela-Vázquez, P. e Sánchez-Carreira, M.C. (2016). Upgrading peripheral wind sectors. *Technology Analysis & Strategic Management*, 28 (10), 1152-1166.
- Vasallo, A.M. (2001). Sistema financiero y desarrollo empresarial desde la perspectiva gallega. *Revista Galega de Economía*, 10 (2), 1-24.

- Vázquez, A., Astariz, A. e Iglesias, G. (2015). A strategic policy framework for promoting the marine energy sector in Spain. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 7, 1-12.
- Vence, X., Sánchez, M. e Rodil, Ó. (2013). Targeting biomed cluster from a mature pharma industry: The Medicon Valley experience. *Technology Analysis & Strategic Management*, 25 (7), 871-889.
- Verspagen, B. (2005). Innovation and economic growth. En J. Fagerberg, D. Mowery e R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation* (págs. 487-513). New York: Oxford University Press.
- Wagner, J. (2001). A note on the firm size-export relationship. *Small Business Economics*, 17, 229-237.
- Walker, H. e Brammer, S. (2009). Sustainable procurement in the United Kingdom public sector. *Supply Chain Management*, 14 (2), 128-137.
- Warren, C. e McFadyen, M. (2010). Does community ownership affect public attitudes to wind energy? A case study from south-west Scotland. *Land Use Policy*, 27 (2), 204-213.
- Watanabe, C., Wakabayashi, K. e Miyazawa, T. (2000). Industrial dynamism and the creation of a virtuous cycle between R&D, market growth and price reduction. The case of Photovoltaic Power Generation (PV) development in Japan. *Technovation*, 20 (6), 299-312.
- Wei, L. (1995). International technology transfer and development of technological capabilities: A theoretical framework. *Technology In Society*, 17 (1), 103-120.
- Wei, M., Patadia, S. e Kammen, D. (2010). Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US? *Energy Policy*, 38 (2), 919-931.
- Wright, C. (2011). Export credit agencies and global energy: Promoting national exports in a changing world. *Global Policy*, 2, 133-143.
- Wüstemeyer, C., Madlener, R. e Bunn, D. (2015). A stakeholder analysis of divergent supply-chain trends for the European onshore and offshore wind installations. *Energy Policy*, 80, 36-44.
- Wüstenhagen, R., Wolsink, M. e Bürer, M. (2007). Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept. *Energy Policy*, 35 (5), 2683-2691.
- Ydersbond, I. e Korsnes, M. (2014). Wind power in China and in the EU: Comparative analysis of key political drivers. *Energy Procedia*, 58, 95-102.
- (2016). What drives investment in wind energy? A comparative study of China and the European Union. *Energy Research & Social Science*, 12, 50-61.



ANEXOS





ANEXO I. APÉNDICE NORMATIVO E DE XURISPRUDENCIA



Este anexo inclúe a normativa consultada ao longo da presente investigación. En primeiro lugar, preséntase a normativa referida á Comunidade Autónoma de Galicia. Posteriormente, móstrase a da Administración Central do Estado. En terceiro lugar, sinálanse as normativas consultadas de outras Comunidades Autónomas. Posteriormente, móstrase a normativa da UE. Finalmente, preséntase a xurisprudencia utilizada nesta investigación. Neste sentido, a normativa e a xurisprudencia ordenáronse en relación ás datas de aprobación.

A. Normativa da Comunidade Autónoma de Galicia

Decreto 205/1995, do 6 de xullo, polo que se regula o aproveitamento da enerxía eólica na Comunidade Autónoma de Galicia. DOG nº 136.

Decreto 302/2001, do 25 de outubro, polo que se regula o aproveitamento da enerxía eólica na Comunidade Autónoma de Galicia. DOG nº 235.

Orde do 31 de xaneiro de 2002 pola que se abre o prazo para a presentación de solicitudes de autorización para a instalación de parques eólicos. DOG, nº 33.

Decreto 242/2007, do 13 de decembro, polo que se regula o aproveitamento da enerxía eólica en Galicia. DOG nº 2 (2008).

Orde do 6 de marzo de 2008 pola que se determina o obxectivo de potencia máxima en megavatios para tramitar no período 2008-2012 e se abre o prazo para a presentación de solicitudes de autorización de parques eólicos. DOG nº 54.

Resolución do 7 de agosto de 2009 de suspensión do procedemento para outorgamento de autorizacións de instalacións de parques eólicos tramitado ao abeiro do Decreto 242/2007, do 13 de decembro. DOG nº 159.

Lei 8/2009, do 22 de decembro, pola que se regula o aproveitamento eólico en Galicia e se crean o canon eólico e o Fondo de Compensación Ambiental. DOG nº 252.

Orde do 29 de marzo de 2010 para a asignación de 2.325 MW de potencia na modalidade de novos parques eólicos en Galicia. DOG nº 61.

Orde do 25 de xuño de 2010, pola que se regulan a convocatoria de subvencións e os criterios de repartición do Fondo de Compensación Ambiental. DOG nº 125.

Decreto 138/2010, do 5 de agosto, polo que se establece o procedemento e as condicións técnicos-administrativas para a obtención das autorizacións de proxectos de repotenciación de parques eólicos existentes na Comunidade Autónoma de Galicia. DOG nº 155.

Orde do 10 de febreiro de 2011, pola que se regulan os criterios de repartición e a convocatoria de subvencións das liñas en concorrencia non competitiva e concorrencia competitiva destinadas aos concellos da Comunidade Autónoma de Galicia, do Fondo de Compensación Ambiental. DOG nº 30.

Orde do 4 de maio de 2012, pola que se regulan os criterios de repartición e a convocatoria de subvencións de forma individual e mediante o sistema de xestión compartida da liña en concorrencia non competitiva e da liña en concorrencia competitiva, destinadas a entidades locais da Comunidade Autónoma de Galicia, do Fondo de Compensación Ambiental. DOG nº 87.

Orde do 13 de maio de 2013, pola que se regulan os criterios de repartición e se establecen as bases reguladoras e a convocatoria de subvencións da liña en concorrencia non competitiva e da liña en concorrencia competitiva do Fondo de Compensación Ambiental, de forma individual e mediante o sistema de xestión compartida, destinadas a entidades locais de Galicia. DOG nº 93.

Orde do 29 de abril de 2014, pola que se regulan os criterios de repartición e se establecen as bases reguladoras e a convocatoria de subvencións da liña en concorrencia non competitiva e da liña en concorrencia competitiva do Fondo de Compensación Ambiental, de forma individual e mediante o sistema de xestión compartida, destinadas a entidades locais de Galicia. DOG nº 82.

Orde do 27 de marzo de 2015, pola que se amplía a dotación económica da Orde do 24 de novembro de 2014 pola que se regulan os criterios de repartición e se establecen as bases reguladoras e a convocatoria de subvencións da liña en concorrencia non competitiva e da liña en concorrencia competitiva do Fondo de Compensación Ambiental para o ano 2015, de forma individual e mediante o sistema de xestión compartida, destinadas a entidades locais de Galicia. DOG nº 60.

B. Normativa da Administración Central do Estado

Ley 54/1997, de 28 de novembro, del Sector Eléctrico. BOE nº 285.

Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración. BOE nº 312.

Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. BOE nº 75.

Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. BOE nº 126.

Real Decreto 1028/2007, de 20 de julio, por el que se establece el procedimiento administrativo para la tramitación de las solicitudes de autorización de instalaciones de generación eléctrica en el mar territorial. BOE nº 183.

Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología. BOE nº 234.

Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. BOE nº 283.

Real Decreto 1614/2010, de 7 de diciembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica a partir de tecnologías solar termoelectrica y eólica. BOE nº 298.

Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico. BOE nº 312.

Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos. BOE nº 24.

Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética. BOE nº 312.

Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico. BOE nº 167.

Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. BOE nº 310.

Orden IET/1045/2014, de 16 de junio, por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. BOE nº 150.

Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. BOE nº 140.

C. Normativa de otras Comunidades Autónomas

Decreto 279/1995, de 19 de diciembre, de la Diputación General de Aragón, por el que se regula el procedimiento para la autorización de las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Aragón. BOA nº 1.

Decreto Foral 125/1996, de 26 de febrero, por el que se regula la implantación de los parques eólicos. BON nº 32.

Decreto 189/1997, de 26 de septiembre, por el que se regula el procedimiento para la autorización de las instalaciones de producción de electricidad a partir de la energía eólica. BOCL nº 187.

Decreto 58/1999, de 18 de mayo, por el que se regula el aprovechamiento de la energía eólica, a través de parques eólicos, en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha. DOCM nº 33.

Decreto 104/2002, de 14 de mayo, por el que se aprueba definitivamente el Plan Territorial Sectorial de la Energía Eólica en la Comunidad Autónoma del País Vasco. BOPV nº 105.

Decreto 115/2002, de 28 de mayo, por el que se regula el procedimiento para la autorización de las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica, a través de Parques Eólicos, en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco. BOPV nº 108.

Orden de 30 de septiembre de 2002, por la que se determinan la cuantía y forma de pago de la retribución a técnicos privados por la realización de pruebas periciales en procedimientos de justicia gratuita. BOJA nº 124.

Decreto Foral 68/2003, de 7 de abril, por el que se dictan normas para la implantación y utilización de instalaciones de generación de energía eólica para autoconsumo o con fines experimentales. BON nº 71.

Ley 2/2007, de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía. BOJA nº 70.

Decreto 20/2010, de 20 de abril, por el que se regula el aprovechamiento de la energía eólica en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha. DOCM nº 77.

Decreto 124/2010, de 22 de junio, del Gobierno de Aragón, por el que se regulan los procedimientos de priorización y autorización de instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica en la Comunidad Autónoma de Aragón. BOA nº 132.

D. Normativa da UE

Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. Official Journal of the European Union (L 140/16).

E. Xurisprudencia

Sentencia do Tribunal Supremo, de 6 maio 2015; JUR\2015\2377.

Sentencia do Tribunal Supremo, de 16 setembro 2015; JUR\2015\232707.

Sentencia do Tribunal Supremo, de 7 outubro 2015; JUR\2015\238164.

Sentencia do Tribunal Supremo, de 27 novembro 2015; JUR\2015\292089.

Sentencia do Tribunal Supremo, de 01 decembro 2015; JUR\2015\307828.

Sentencia do Tribunal Supremo, de 30 marzo 2016; JUR\2016\1439.



ANEXO II. CUESTIONARIOS



Neste anexo inclúense os catro cuestionarios utilizados nesta investigación. O primeiro deles ten como obxectivo coñecer a capacidade industrial do tecido produtivo galego vinculado coa enerxía eólica para fornecer de compeñentes aos parques eólicos de Galicia. Neste sentido, dirixiuse, principalmente, a promotores de parques eólicos, fabricantes de aeroxeradores e compeñentes, e asociacións sectoriais entre os anos 2012 e 2014. O segundo cuestionario consta de diversos bloques temáticos nos que se pregunta a diferentes axentes do sector, como promotes, fabricantes ou empresas eléctricas; sobre as tendencias do sector eólico galego e as dinámicas ao longo da cadea de valor. Este cuestionario realizouse entre os anos 2011 e 2014. O terceiro cuestionario aborda as dinámicas presentes no sector eólico mundial e na súa cadea de valor. As preguntas deste cuestionario dirixíronse a asociacións sectoriais dinamarquesas e a fabricantes de aeroxeradores e compeñentes do mesmo país durante o ano 2014. Finalmente, o cuarto cuestionario aborda as únicas dúas experiencias de consorcios industriais no sector eólico entre empresas galegas e multinacionais para a fabricación conxunta de compeñentes de aeroxeradores. Deste modo, este último cuestionario dirixiuse aos axentes partícipes nestes dous consorcios e realizouse durante o ano 2015.

Cuestionario 1: Análise do impacto socioeconómico da enerxía eólica en Galicia

Co obxectivo de abordar a capacidade industrial do tecido produtivo galego ligado coa enerxía eólica e analizar o impacto económico do sector, queremos coñecer en que grao o tecido produtivo galego foi capaz de subministrar diferentes compoñentes dos aeroxeradores e do equipamento dos parques eólicos no período comprendido entre os anos 2000 e 2010. Dos seguintes compoñentes dun aeroxerador e servizos, **cal sería a porcentaxe que podería ser subministrada por empresas radicadas en Galicia?** Por exemplo, “o 70% das torres dos aeroxeradores dos parques eólicos de Galicia son fabricadas na propia Comunidade Autónoma”.

Compoñentes	Porcentaxe
Torres e pezas de fundición	
Sistemas hidráulicos	
Sistema de freado	
Rodamentos	
Coxinetes	
Góndola	
Pas	
Eixe de transmisión	
Sistema de xiro	
Instalación eléctrica	
Multiplicadora	
Xerador	
Transformador	
Cables eléctricos	
Sistemas de control e monitorización	
Ensamblaxe	
Instalación do aeroxerador	
Obra civil	
Servizos financeiros	
Servizos de consultaría	

Cuestionario 2: Análise do sector eólico en Galicia, a súa evolución e as relacións ao longo da cadea de valor

Bloque xeral

1. Dende una perspectiva socioeconómica, empresarial e tecnolóxica, cal foi o grao de desenvolvemento do sector eólico en Galicia?
2. Cales son as perspectivas futuras do subsector de fabricación de aeroxeradores e compoñentes no curto (1 ano) e medio prazo (3 anos)?

Bloque lexislativo

1. Como calificaría o marco normativo da enerxía eólica no eido autonómico e estatal?
2. Dende o seu punto de vista, cales deberían ser as prioridades en política enerxética-industrial?
3. En que medida afectaría ao negocio industrial e de servicios vinculados á enerxía eólica en Galicia os recentes cambios lexislativos en materia do réxime retributivo (entre outros, o Decreto-lei 2/2013, de medidas urxentes no sector eléctrico), o novo imposto do 7% á xeración eléctrica ou o Canon Eólico?

Bloque produtivo

1. Cal é o nivel actual de competencia no mercado galego entre os distintos fabricantes de aeroxeradores e compoñentes?
2. Cualitativamente, cal é o impacto do sector eólico e, en particular do segmento industrial, na economía de Galicia?
3. Cre necesario que dende a administración se fixen uns requirimentos mínimos técnicos e ambientais á instalación de novos parques co fin de incentivar á mellora tecnolóxica e ao coidado ambiental? Neste sentido, cal é o papel da administración no fomento do tecido produtivo ligado á enerxía eólica e a mellora tecnolóxica?
4. Ata que punto considera positivo e posible na realidade, a aplicación de porcentaxes obrigatorias de investimentos mínimos con empresas galegas para instalar un parque eólico? Cómpre aplicar outro tipo de políticas de oferta?

Só no caso de ser un axente empresarial, contestar as seguintes preguntas

5. Estanse levando a cabo actividades de I+D e de innovación na empresa?
(*Considérase innovación todo produto, servizo, método organizativo ou de comercialización novo e introducido no mercado*)
6. Que tipo de interacción desenvolven a súa empresa cos seus clientes?:
 - Fabricación baixo estritas especificacións dos clientes.
 - Produtos estandarizados.
 - Innovacións internas combinadas con relacións de mercado cos seus clientes.
 - Actividades de I+D conxuntamente cos principais clientes.
 - Outros...
7. Cal é o grao de colaboración e interacción entre empresas radicadas en Galicia do sector eólico e as súas homólogas europeas ou de países emerxentes como China? As interaccións van máis aló das típicas relacións fabricante-cliente (traballos baixo pedido) ou provedor-fabricante (innovación dependente de adquisición de maquinaria)?
8. Cal é a súa apreciación sobre o grao de internacionalización do sector eólico galego en termos de captación de investimentos estranxeiros, exportacións e importacións?
9. Teñen previsto abrir, no curto ou medio prazo, algún centro tecnolóxico ou de desenvolvemento de produtos vinculado á enerxía eólica en Galicia? En caso contrario, cales serían as principais barreiras ou inconvenientes?
10. Están realizando algún tipo de diversificación empresarial cara outros nichos de mercado diferentes á fabricación de turbinas eólicas? Cal é o grao de penetración na *enerxía minieólica*? Cales son as súas perspectivas futuras de negocio na enerxía eólica mariña en Galicia?

Bloque interaccións e cooperación

1. Como calificaría o tecido asociativo ou de clúster no sector eólico galego? Que axentes ou medidas serían imprescindibles e cales accesorias?

2. Manteñen unha cooperación activa coa Asociación Eólica Galega (EGA) ou outro ente asociativo vinculado á enerxía eólica en Galicia? Teñen previsto comezar algunha relación nova con algún ente?
3. Colaboran activamente con algún centro tecnolóxico, centro de investigación ou universidade?

Bloque financeiro

1. Perciben unha baixada nos pedidos de turbinas por parte de promotores en Galicia? En que grao lles afecta máis, a crise financeira (restricións financeiras aos promotores, ou a súa propia empresa) ou a incerteza normativa, en especial, a vinculada aos concursos eólicos e o réxime retributivo?
2. Manteñen ou mantiveron algunha vinculación financeira con algunha entidade bancaria galega?
3. Cal debería ser o papel das universidades galegas (incubadoras de empresas, business angels, etc.) para fomentar as spin-off no sector servizos e industrial para crear unha masa crítica importante? En canto o capital risco (venture capital), cal é o nivel de participación pública e privada no financiamento de empresas do eido eólico?

Questionnaire 3: Analysis of the wind sector and the global value chains

A. The following questions are aimed only at Danish sectoral associations:

1. Does your association cooperate, in terms of policy coordination, with the different members of the association? And if so, how you cooperate with them?
2. Does your association cooperate, in relation to the policy coordination, with the regional, as well as the national authorities and growth fora? And if so, how you cooperate with them?
3. What is the importance in terms of volume and total profit shares of Danish-owned factories overseas?
4. What are the main determinants which have significant influence on the outward Foreign Direct Investment (FDI) planning for wind turbine manufacturers and suppliers? What are these drivers important depending on the activity/niche of the firm? Some examples:
 - a. Market size in terms of current and future installed capacity.
 - b. Proximity to clients and specialised suppliers.
 - c. Close natural resources.
 - d. Clear and long-term legislation.
 - e. Conventional and technological infrastructure.
 - f. Labour skills.
 - g. Proximity to specialised suppliers or auxiliary industry.
 - h. Labour costs.
 - i. Other...
5. Have you noticed a recent increasing interest by Danish firms in greenfield investments overseas?
6. In general, what are the current main markets in terms of outward FDI for Danish turbine manufacturers and suppliers?

7. What is your perception about the opportunities of investments of Danish firms in the Spanish wind energy market?
8. What are the main drivers in Denmark, which allow maintaining the international competitiveness of the Danish wind energy sector? Some examples:
 - a. R&D facilities and technological centres.
 - b. Labour skills.
 - c. Complementarities with other agents such as suppliers, competitors...
 - d. Public support (subsidies, loans...
 - e. Other...
9. What is the level of cooperation of wind turbine manufacturers (0 = less important; 4 = very important) in terms of R&D and innovation with:
 - a. Suppliers and clients.
 - b. Universities, technological centres, private labs and competitors.
10. What are the future geographical markets for Danish wind turbine manufacturers and suppliers in the medium-term (three years), in relation to exports and FDI?
11. Nowadays, what are the main economic as well as technological threats and opportunities for wind energy turbine manufacturers in Denmark/Europe/Worldwide?

B. The following questions are aimed only at Danish wind turbines manufacturers:

1. What kind of components and systems your firm decides to produce internally and which are outsourced?
2. What are the supplier selection criteria, in terms of standards and labour skills?
3. What are the main determinants in order to undertake Foreign Direct Investment (FDI)? Some examples:
 - a. Market size in relation to current and short or medium-term installed capacity.
 - b. Proximity to customers and specialised suppliers.

- c. Clear and long-term legislation.
 - d. Conventional and technological infrastructure.
 - e. Labour skills.
 - f. Labour costs.
 - g. Other...
4. What is the importance, in relation to the value added, of the outsourcing components?
 5. What kind of interaction your firm develops with its suppliers? Some examples:
 - a. Production under customers' specifications.
 - b. Standard products.
 - c. In-house innovations and market ties with customers.
 - d. R&D activities together with main customers.
 - e. Other...
 6. What are the strengths, the weakness, the threats as well as the opportunities in the Spanish/Galician market for your firm?
 7. What is the real effectiveness, in terms of location determinants, of local content requirements in Spain/Galicia?

C. The following questions are aimed only at Danish components manufacturers:

1. What are your main customers in terms of sales' volume?
2. Does your firm have customers in the Galicia region?
 - a. If so, how many?
 - b. How would you describe your customer base?
 - c. How about your Danish customer base?
3. What kind of interaction your firms develops with its customers? Some examples:
 - a. Production under customers' specifications.
 - b. Standard products.

- c. In-house innovations and market ties with customers.
 - d. R&D activities together with main customers.
 - e. Other...
4. What are the most important issues for determining make and buy decisions in your firm?
 5. What are the supplier selection criteria, in terms of standards and labour skills?
 6. What are the main determinants in order to undertake Foreign Direct Investment (FDI)? Some examples:
 - a. Market size in relation to current and short or medium-term installed capacity.
 - b. Proximity to customers and specialised suppliers.
 - c. Clear and long-term legislation.
 - d. Conventional and technological infrastructure.
 - e. Labour skills.
 - f. Labour costs.
 - g. Other...
 7. What is the current status of your investments in Spain/Galicia?
 8. Does your firm plan any new greenfield FDI or acquisition in the Spanish/Galician wind energy market?
 9. What are the strengths, the weakness, the threats as well as the opportunities in this market for your firm?
 10. What is the real effectiveness, in terms of location determinants, of local content requirements in Spain/Galicia?

Cuestionario 4: Análise da transferencia tecnolóxica e a aprendizaxe produtiva no sector eólico galego

1. Como e cando xurdiu o consorcio entre ámbalas dúas empresas?
2. Cales foron as principais contribucións, en termos económicos/tecnolóxicos, da empresa cedente ao proxecto?
3. Cales foron as vantaxes competitivas que aportaba a empresa cesionaria?
4. Cales foron os compoñentes dos aeroxeradores que se fabricaron na empresa cesionaria?
5. Cales son as estimacións, en termos de emprego e produción, derivadas deste consorcio?
6. Que tipo de beneficios (tecnolóxicos, económicos, de aprendizaxe, etc.) logrou o cesionario tras dita colaboración?
7. Segue a empresa cesionaria en contacto coa cedente posteriormente á finalización de dito consorcio?
8. A colaboración coa empresa cedente facilitou posteriormente consorcios con outros axentes ou entidades?
9. Cales son os beneficios esperados, ao finalizar a colaboración, para cada uno dos membros do consorcio?
10. Cal é a súa opinión sobre os consorcios industriais entre multinacionais e empresas locais no sector eólico galego ao longo deste anos?



ANEXO III: CONCLUSIONES



1. Principais conclusións

A enerxía eólica permitiu maiores niveis de sustentabilidade e favoreceu a diversificación enerxética na maioría de economías desenvolvidas, así como en economías emerxentes e en desenvolvemento. Ademais, o desenvolvemento desta enerxía renovable desencadeou a emerxencia dun conxunto de axentes ao longo da cadea de valor, os cales fomentaron a diversificación e a actividade económica en diversas rexións. As dinámicas actuais e as perspectivas de futuro do sistema enerxético mundial dependen, en certa medida, da evolución da enerxía eólica e as súas potencialidades. Neste sentido, a enerxía eólica causa efectos positivos nas sociedades actuais en varios eidos, como o enerxético e o medio ambiental; así como no crecemento económico.

Dende unha perspectiva económica, a emerxencia do sector eólico pode favorecer a creación de emprego e a diversificación industrial, principalmente naquelas rexións cunha especialización industrial próxima cognitivamente coa enerxía eólica. Este é o caso do sector naval galego, debido a que gran parte das empresas existentes neste sector poden diversificar a súa actividade cara á produción de compoñentes de aerogeradores. Neste sentido, a senda de desenvolvemento rexional pode desempeñar un papel positivo, porque permite a diversificación industrial e, polo tanto, a resiliencia rexional mediante a recombinação de coñecemento e experiencia (know-how) entre empresas, institucións e organizacións. Polo tanto, a promoción sectorial pode representar un dos principais piares nas axendas das políticas industriais e enerxéticas, especialmente, naqueles casos cunha posición inicial favorable, como en Galicia. Non obstante, dado o papel desempeñado polos diferentes tipos de axentes e institucións integrados nos diversos contextos socioeconómicos, a implementación de políticas de promoción pode constituír unha tarefa complexa.

O sector eólico galego mostrou unhas condicións favorables iniciais para o desenvolvemento sectorial dende a década dos anos 80 e comezos dos 90 do século XX. Dada a existencia de réximes de vento propicios, así como dun conxunto de empresas na cadea de valor do sector naval, o sector eólico acadou certa masa crítica. A pesar da carencia dun conxunto de políticas integrais dirixidas a desenvolver a cadea de valor, o impacto económico na economía galega foi relevante ata 2007, momento no cal a inestabilidade legal e macroeconómica debilitou esta evolución positiva. Neste contexto, a contribución do sector eólico acadou o 1,16% do PIB rexional e supuxo

máis de 5.600 empregos directos e indirectos en 2005. Asemade, a creación de emprego en certas ramas industriais, como a fabricación de maquinaria e equipamento, así como de material eléctrico; representou o 18% do emprego total nestas ramas durante o auxo sectorial no 2005. Así mesmo, tamén é salientable a creación de emprego indirecto acadado na rama relacionada coas actividades de I+D (5,3% do emprego rexional). Ademais, debe sinalarse que o sector eólico galego non é intensivo en man de obra, como se mostra no feito de que o impacto no emprego rexional é menor que no PIB.

A pesar da inexistencia dunha aglomeración industrial competitiva internacionalmente, a enerxía eólica pode causar incrementos significativos no output, así como unha contribución notable ao PIB rexional e a creación de emprego. Por conseguinte, esta enerxía renovable pode constituír unha alternativa a sectores tradicionais en declive, cun efecto positivo na produción e no emprego en actividades industriais e intensivas en coñecemento. O sector eólico galego non constitúe unha excepción, representando unha alternativa destacable para o seu sector naval en declive. Como resultado da recombinação de coñecemento tácito e codificado, así como da experiencia produtiva do naval, o sector eólico emerxe por evolución, sendo un dos principais motores económicos rexionais.

Os resultados do modelo input-output tamén resaltan a dependencia sectorial das actividades temporais, é dicir, do conxunto de actividades relacionadas coa fabricación de compoñentes e a instalación dos parques eólicos. Por esta razón, o estancamento sectorial, en termos de nova capacidade instalada, podería causar a redución do impacto económico na economía rexional, porque as actividades temporais representan a maior parte da contribución económica. Neste sentido, a contribución das actividades permanentes (operación e mantemento dos parques eólicos e a produción de electricidade) é irrelevante e non constitúe un motor económico. Noutras palabras, non hai un stock suficiente de aerogeneradores como para poder acadar unha contribución económica importante. A considerable redución no crecemento de nova capacidade instalada dende 2007 causou un colapso do sector industrial, debido á clara orientación sectorial cara ao mercado rexional. Esta desaceleración foi debido á combinación da inestabilidade legal, tanto a nivel nacional como rexional, e o impacto da crise económica. Cómpre recordar que o sector eólico é intensivo en capital, polo que a inestabilidade legal podería debilitar o seu desenvolvemento mediante o incremento da incerteza e, polo tanto, reducindo o beneficio esperado.

Dadas estas características sectoriais, é recomendable a implementación dun programa de actuación dirixido a restablecer as condicións existentes durante a expansión sectorial, así como a mellora e diversificación da aglomeración industrial. Pola contra, un novo incremento da potencia instalada sen ningún tipo de políticas de promoción pode provocar embotellamentos na cadea de valor local e o conseguinte incremento das importacións. As políticas de promoción sectoriais centradas nestes obxectivos inclúen dúas singularidades en comparación cos programas de actuación tradicionais. A primeira delas relaciónase coa evolución previa, debido ao proceso de desvalorización sectorial dende 2007. Neste caso, o principal obxectivo é a mellora e a diversificación da estrutura produtiva existente, en vez de fomentar unha nova estrutura multiaxe dende cero. A segunda singularidade refírese coas características xerais de Galicia por constituír unha rexión periférica. Debilidade institucional, reducido desempeño innovador e a volatilidade macroeconómica poden supoñer uns relevantes desafíos aos esquemas de promoción tradicionais. Neste sentido, o programa de actuacións implementado nos sectores líderes (como Dinamarca ou Alemaña) poden non ser idóneos para o caso galego, como resultado das debilidades sistémicas.

En relación co proceso de mellora para o sector eólico galego, é clave entender a influencia das capacidades produtivas locais, así como da interacción entre axentes locais e foráneos. O desenvolvemento dunha estrutura sectorial integral require unha perspectiva sistémica baseada no papel desempeñado polos axentes público e privados nun nivel multidisciplinar. Cómpre considerar as estratexias empresariais no sector eólico, posto que a cadea de valor é global cunha forte presenza de empresas multinacionais en centros rexionais de produción. Deste modo, as políticas de promoción deben combinar o fortalecemento das capacidades locais, en termos de masa crítica, interaccións, desempeño innovador; e a mellora das pautas de gobernanza ao longo da cadea de valor global.

A combinación das perspectivas dos Sistemas de Innovación (SI) e das Cadeas de Valor Globais (CVG) representa un logro clave na análise dos procesos de mellora en sectores eólicos periféricos. Dadas as características deste tipo de sectores, é recomendable avaliar o modo no que o sistema de innovación local interactúa coas pautas de gobernanza establecidas entre axentes locais e estranxeiros. O principal obxectivo desta combinación teórica consiste no fortalecemento da resiliencia sectorial ao longo do tempo. Ademais, esta combinación constitúe unha perspectiva sistémica,

posto que ten en conta aos axentes e institucións implicados na creación e difusión de coñecemento valorizable economicamente, así como as pautas de gobernanza entre empresas de diferentes contextos socioeconómicos. Asemade, a combinación destas dúas perspectivas pode superar a desvantaxe de reducir a escala rexional ou sectorial a perspectiva dos SI, debido ao papel crecente das conexións globais. Isto é fundamental no proceso de mellora do sector eólico, porque o obxectivo final consiste en construír un sector rexional competitivo. Así mesmo, esta combinación analítica representa un paso adiante en relación ao enfoque de clústers (principalmente centrado no contexto local) e dos Sistemas Sectoriais de Innovación (SSI), porque esta perspectiva non ten en conta as pautas de gobernanza.

O plan de actuacións integral para mellorar o sector eólico galego debería desencadear diversas melloras no sistema local de innovación, así como na cadea de valor establecida entre as empresas galegas e as multinacionais. Ao mesmo tempo, estas melloras causadas no SI poden moldear as pautas de gobernanza, mediante o incremento das capacidades do tecido produtivo, converténdolas en máis resistentes e incrementando o valor engadido. Igualmente, a natureza destes lazos establecidos entre empresas galegas e multinacionais podería desenvolver capacidades no sistema local e, polo tanto, fortalecer o desempeño innovador. Así, a implementación do programa de actuacións baseado na combinación destes dous enfoques teóricos é de amplo alcance, permitindo a implementación de políticas holísticas e multidisciplinares para superar erros sistémicos, comúns en sectores periféricos.

Esta estrutura teórica combinada precisa dun instrumento evolucionista para a súa propia implementación. Neste sentido, o enfoque de políticas estratéxicas (target) emerxe como o instrumento sistémico e evolucionista máis idóneo para a promoción e o fortalecemento de procesos de emerxencia sectorial e de estruturas multiaxente. Este enfoque, baseado no ciclo de vida industrial estendido, facilita o deseño de políticas e a súa implementación ao longo dunha serie de fases de desenvolvemento sectorial consecutivas. Así mesmo, a perspectiva de políticas estratéxicas constitúe un instrumento de actuación dinámico, no que a idoneidade do amplo abano de políticas depende da fase de desenvolvemento sectorial. Por esta razón, a sincronización das medidas nesta perspectiva resulta un aspecto esencial.

As recomendacións políticas dirixidas á promoción do sector eólico galego estrutúranse nun programa de actuacións con tres fases. O principal obxectivo da

primeira fase consiste en establecer condicións de mercado e institucionais para a reemerxencia sectorial. A segunda fase ten como finalidade construír estruturas multiaxente e incrementar a masa crítica. Finalmente, a terceira fase establece como obxectivo a consolidación da senda de desenvolvemento, facilitando a diversificación a través de actividades relacionadas e evitando os procesos de bloqueo (lock-in). En xeral, as evidencias empíricas, baseadas nesta estrutura evolucionista e en entrevistas cos principais axentes sectoriais, subliñan a complementariedade do tamaño do mercado e das políticas de atracción do investimento estranxeiro directo como unha forma de mellorar o sector eólico galego. Ademais, a diversificación cara unha economía ecolóxica, mediante o fomento das capacidades produtivas locais, constitúe unha directriz clave para mellorar o desempeño sectorial e a resiliencia ante shocks esóxenos.

Dado que o sector eólico galego sufriu un proceso de perda de valor engadido durante a evolución dende a fase de emerxencia ás fases de madurez e consolidación, é recomendable restablecer as condicións iniciais para garantir unhas condicións de mercado mínimas. En relación á primeira fase, o establecemento dunhas directrices claras e estables nos concursos eólicos e nos esquemas de remuneración (evitando a inestabilidade lexislativa) pode desencadear novos investimentos neste eido. Tamén é aconsellable establecer un concurso eólico multicriterio, no que se dea prioridade aos plans industriais eólicos e aos proxectos que garanten unha sustentabilidade ambiental e os valores paisaxísticos das localizacións con parques eólicos. Como as pautas de gobernanza cautivas, de mercado e modulares son as relacións máis destacables entre os provedores galegos e as empresas multinacionais, é clave garantir as condicións mínimas de mercado. Segundo os entrevistados, a repotenciación podería representar un estímulo de mercado para a enerxía eólica, que se podería implementar mediante un esquema de substitución para cambiar os aerogeradores antigos e mal localizados por outros novos e máis eficientes. Ademais, poderíase engadir un suplemento ao prezo de venda da electricidade xerada por estes novos aerogeradores, o que fomentaría o investimento neste novo equipamento. Así mesmo, poderíase recomendar establecer as bases para a transición cara unha economía ecolóxica, principalmente centradas no mercado da enerxía minieólica, debido ás experiencias rexionais.

Nunha segunda fase dirixida a desenvolver a masa crítica e as capacidades produtivas locais, os factores de localización e as políticas industriais desempeñan un papel destacable en diferentes horizontes temporais. Neste sentido, cómpre combinar as

políticas de contido local e os concursos eólicos multicriterio, para favorecer colaboracións entre empresas locais e multinacionais, axudando ao intercambio de coñecemento na cadea de valor. Como as empresas locais foron ameazadas pola deslocalización debido á estandarización das súas actividades e a desaceleración sectorial, é necesario implementar programas de adestramento profesional para mellorar o desempeño interno, personalizar os produtos e adoptar certificacións. Estas medidas fomentan a resiliencia sectorial contra a deslocalización, así como o paso dunhas pautas de gobernanza cautivas (alta dependencia dos pedidos dun único fabricante) a outras de mercado ou modulares. En relación á infraestrutura tecnolóxica, os axentes entrevistados destacan o papel desempeñado por un centro tecnolóxico rexional debido a que as empresas pequenas e medianas non teñen os fondos necesarios para desenvolver actividades de I+D. Estas empresas están cautivas en produtos estandarizados ou de baixo valor engadido, porque fabrican baixo estritas especificacións. Polo tanto, esta infraestrutura tecnolóxica facilitaría a transición dende unhas pautas de gobernanza cautivas, de mercado ou modulares; a outras relacionais. Esta transición incrementaría a resiliencia sectorial ante a competencia internacional.

Por último, a vixilancia tecnolóxica e o desenvolvemento de colaboracións internacionais en nichos de mercado emerxentes poderían ser esenciais para consolidar e diversificar o sector eólico galego. Así mesmo, estas actividades de vixilancia permitirían ao sector diversificarse cara actividades relacionadas cognitivamente, como podería ser a enerxía eólica mariña.

O anterior programa de actuacións ten como finalidade superar as debilidades sistémicas que caracterizan a evolución do sector eólico galego. Porén, existen diversas experiencias que resaltan as potencialidades do tecido produtivo galego para levar a cabo melloras funcionais (*functional upgradings*) e diversificarse cara novos mercados e sectores. Aínda que estes exemplos non representan a tendencia sectorial xeral, poden ilustrar as principais características que poden conducir a unha diversificación de éxito, así como ás externalidades xacobianas. Neste sentido as colaboracións industriais entre Navantia con Neg Micon e con Windar, subliñan a relevancia dos elevados estándares industriais e a experiencia previa en actividades cognitivamente próximas para desenvolver actividades con valor engadido en novos sectores. Este fenómeno fortalécese pola transición parcial dende o sector naval tradicional, primeiro ao sector eólico terrestre e, posteriormente, á enerxía eólica mariña. Así mesmo, as dinámicas de

aprendizaxe interactiva desenvolvidas, que benefician ás dúas partes implicadas, conducen a colaboracións competitivas a nivel internacional.

En resume, o sector eólico galego pode causar un impacto relevante na economía rexional, en termos de emprego e contribución ao PIB, constituíndo un dos principais motores económicos. A pesar do seu declive prematuro, foi capaz de construír algúns elementos dun sector emerxente, desenvolvendo unha aglomeración industrial por evolución do sector naval tradicional. Os resultados positivos pasados, así como as prometedoras iniciativas industriais, centradas na enerxía eólica mariña e na enerxía minieólica, resaltan a necesidade dun programa de actuación integral para a mellora do sector.

2. Implicacións en materia de políticas para os sectores eólicos periféricos

Como resultado do deseño e implementación do conxunto de políticas para o caso específico do sector eólico galego, é posible enumerar algunhas implicacións xerais, que nalgúns casos, van máis alá dos límites sectoriais e rexionais. Aínda que as análises teórica e empírica están centradas en Galicia, algunhas implicacións poderían adaptarse a outras rexións periféricas debido aos trazos comúns. A pesar destas singularidades, as recomendacións en materia de políticas deben considerarse como un marco xeral, porque en calquera proceso de desenvolvemento específico existen factores endóxenos. En calquera caso, estas recomendacións intentan sistematizar un fenómeno sistémico, no que hai diferentes tipos de axentes, interaccións e políticas implicadas.

En primeiro lugar, debe destacarse que a difusión da enerxía eólica, en termos de incremento da potencia acumulada, non ten que conducir necesariamente a uns efectos económicos significativos nas rexións. A instalación de aerogeneradores podería depender de compoñentes importados. Neste sentido, a rexión debe englobar varias condicións en relación ao seu tecido produtivo, como un sector industrial relacionado coa enerxía eólica, así como uns requirimentos vinculados co tamaño do mercado local para poder atraer investimentos estranxeiros. Polo tanto, a capacidade rexional para desenvolver unha estrutura industrial integral descansa máis nas capacidades endóxeas das empresas, organizacións e institucións, así como na habilidade para interactuar con

axentes estranxeiros. O desempeño institucional ten un papel clave na implementación das políticas dirixidas a mellorar os elementos anteriormente mencionados.

En segundo lugar, o desenvolvemento sectorial representaría un instrumento destacable para socializar os beneficios xerados pola explotación comercial deste recurso renovable. A creación de emprego e a contribución ao PIB rexional, sumados á cohesión rexional e aos efectos medio ambientais, representa resultados positivos deste desenvolvemento sectorial. Dados estes efectos económicos positivos, é recomendable fomentar este sector, principalmente nas rexións menos desenvolvidas ou naquelas con sectores próximos cognitivamente en declive, como o naval. Ademais, hai outros modos de socializar os beneficios do sector, como a través da recadación impositiva ou a participación pública nos parques eólicos. O desenvolvemento dun sector industrial competitivo podería ser incluso máis relevante, en termos de resiliencia sectorial, debido ao seu impacto na emerxencia de novas pautas tecnolóxicas. Non obstante, existe unha relación de intercambio (trade-off) entre os diferentes modos de socializar estes beneficios. Neste sentido, incrementar os tributos sobre os aerogeneradores ou sobre a produción de electricidade podería reducir os incentivos ao investimento nesta fonte de enerxía e, polo tanto, o seu impacto económico.

En terceiro lugar, a inestabilidade lexislativa destaca entre os principais factores detrás do estancamento sectorial. Da mesma forma que o conxunto do sector eléctrico, a enerxía eólica depende da regulación pública para súa operatividade diaria. Diversos instrumentos polo lado da oferta e da demanda, como os concursos de potencia ou os esquemas de remuneración, son susceptibles de causar cambios significativos positivos ou negativos na senda de desenvolvemento sectorial. Así mesmo, a enerxía eólica representa un sector intensivo en capital e, polo tanto, a estabilidade desempeña un papel importante en relación ao financiamento. O sector eólico galego non constitúe unha excepción. De feito, a inestabilidade legal, a nivel rexional e nacional, bloqueou a súa emerxencia e consolidación, así como o seu impacto socioeconómico dende 2007. Asemade, a dependencia sectorial da nova potencia instalada reforza estas dinámicas negativas. Polo tanto, o establecemento de directrices claras no longo prazo constitúe un obxectivo principal para implantar un contexto favorable para a enerxía eólica.

En cuarto lugar, a análise das interaccións entre as capacidades produtivas locais e os axentes multinacionais sinala a natureza sistémica do proceso de mellora de sectores eólicos periféricos. A debilidade institucional e a baixa capacidade innovadora

destacan como as principais barreiras para mellorar o desempeño sectorial e a resiliencia nun contexto internacional competitivo. Por estas razóns, as políticas deben centrarse tanto nos instrumentos de oferta como nos de demanda, combinándoos en diferentes etapas temporais. Polo tanto, o proceso de sincronización das medidas e a súa avaliación en cada fase son claves para o éxito do programa de actuacións. Ademais, este programa de actuacións inclúe un conxunto de medidas multidisciplinares en relación aos eidos industrial, tecnolóxico e enerxético. Así mesmo, débese destacar o reforzamento dos efectos entre as políticas implementadas, porque as capacidades do tecido produtivo local poden darlle forma ás pautas de gobernanza internacionais nas cadeas de valor. Igualmente, a promoción de tipos específicos de pautas de gobernanza pode causar o desenvolvemento de valiosas capacidades locais. Todo isto mostra a necesidade de adoptar unha perspectiva evolucionista e sistémica para enfrontarse a esta cuestión. Neste sentido, as políticas de promoción xeralistas poden fracasar nos sectores periféricos cando non consideran as singularidades específicas.

En último lugar, pero por iso non menos importante, o sector eólico galego representa un exemplo ilustrativo de desenvolvemento sectorial por evolución. A pesar da carencia de políticas dirixidas á promoción dunha aglomeración industrial, así como da infraestrutura tecnolóxica, un conxunto de axentes emerxeron dende o sector naval establecido principalmente preto de Ferrol e Vigo. Asemade, algunhas iniciativas prometedoras na enerxía eólica mariña teñen a súa orixe nalgunhas empresas con experiencia na enerxía eólica terrestre. En todos estes casos, as actividades centrais están relacionadas en termos de proximidade cognitiva. Estes feitos mostran dúas reflexións significativas:

- En primeiro lugar, a dependencia da senda (*path-dependence*) pode desempeñar un papel positivo na diversificación e na resiliencia sectorial, facilitando a mobilidade laboral e as transicións a sectores con boas perspectivas futuras. A literatura habitualmente tende a sinalar os efectos negativos da dependencia da senda, como poden ser procesos de bloqueo (*lock-in*) en torno a actividades de baixo valor engadido. Porén, as externalidades xacobianas desempeñan un papel positivo en relación á diversificación e a resiliencia rexional;
- En segundo lugar, a emerxencia dos sectores eólicos terrestre e mariño foi resultado dunhas capacidades industriais previas, así como dunha expansión do mercado. Dados estes feitos e o impacto positivo da enerxía eólica na economía

rexional, é recomendable promocionar a variedade relacionada (*related variety*), que é desencadeada por forzas do mercado, en vez de promocionar novos sectores dende cero. Neste sentido, o fomento do sector eólico industrial é un modo de fortalecer as vantaxes comparativas e apoiar os criterios de selección do mercado. Así mesmo, a promoción de sectores que non están relacionados co tecido produtivo conduciría á asignación de recursos a sectores pouco integrados na economía rexional. Isto tamén podería incrementar a incerteza política, debido á carencia de coñecemento previo e estruturas multiaxente.

En resumo, as evidencias empíricas desta tese sinalan os efectos socioeconómicos positivos desta enerxía renovable nas rexións periféricas. Estes resultados poden obterse mediante un programa de actuación sistémico e dinámico, que se centra nas singularidades rexionais. Ademais, as anteriores implicacións en materia de políticas de promoción poden facilitar o deseño e implementación dun programa de actuacións en contextos periféricos, dadas as características comúns. Así mesmo, algunhas destas implicacións van máis alá do desenvolvemento do sector eólico, establecendo pautas relevantes para asegurar a resiliencia sectorial mediante o fortalecemento da variedade relacionada. Independentemente das características específicas, as leccións aprendidas con esta experiencia sectorial poderían ser aplicadas en casos de promoción futuros.

3. Limitacións e ampliacións futuras

A principal temática desta tese abrangue un ámbito analítico amplo en relación ao desenvolvemento do sector eólico galego e o seu impacto socioeconómico en rexións periféricas. Así mesmo, esta tese trata estes dous temas interrelacionados mediante unha estrutura analítica coherente, na que a metodoloxía está estreitamente relacionada cos obxectivos. Neste sentido, resulta fundamental omitir os elementos innecesarios ou secundarios, co obxectivo de fortalecer a coherencia interna e abordar correctamente os principais obxectivos. En todo caso, deben sinalarse as principais limitacións desta investigación, porque poden conducir a futuras melloras e ampliacións. Deste modo, sinálanse as principais limitacións:

- Tendo en conta que a información oficial das táboas input-output publícase cuns retrasos temporais significativos, sumado ao tempo requirido para elaborar as

cuantificacións económicas, é complexo realizar unha análise completa de forma totalmente actualizada. A pesar da falta de nova potencia instalada en Galicia dende 2010, non hai dúbida que o sector sufriu varios cambios nos últimos anos.

- En relación ao deseño e implementación do programa de actuacións para mellorar o sector, cómpre ser consciente que en calquera programa de promoción sectorial poden aparecer eventos esóxenos ou endóxenos inesperados. Estes factores poden impulsar os efectos das políticas ou bloquear o desenvolvemento sectorial. Por esta razón, este programa de actuacións representa unha directriz inicial para a promoción do sector eólico galego.

Con respecto ás futuras ampliacións, pódense sinalar as seguintes:

- En primeiro lugar, nas ampliacións futuras sería clave actualizar a análise mostrada nesta investigación para proporcionar a diagnose máis precisa en relación ás tendencias sectoriais recentes. Así mesmo, sería aconsellable ampliar a análise do impacto socioeconómico ao incipiente sector da enerxía eólica mariña en Galicia. Ademais, ampliacións futuras deberían afondar na adopción de novas tecnoloxías e estándares, así como no fenómeno de concentración derivado da emerxencia da enerxía eólica. Asemade, o efecto desprazamento (crowding-out effect) entre a enerxía eólica e as fontes de enerxía convencionais é tamén un tema interesante para traballos futuros. Neste sentido, non está claro en que medida a enerxía eólica causa reducións no emprego en fontes convencionais a nivel rexional, e se o efecto neto é positivo ou negativo.
- En relación ao deseño e implementación do programa de actuacións, as futuras ampliacións deberían afondar no proceso de avaliación de políticas en contextos periféricos, así como na relación de intercambio (trade-off) entre algunhas medidas, como son as políticas de contido local ou as primas, e a eficiencia na cadea de valor global. Este último dilema rexional céntrase na elección entre emprego e beneficios tecnolóxicos a nivel rexional ou custos de produción máis altos. Isto non é baladí a nivel global, porque o conxunto de políticas dirixidas a promover o emprego e a masa crítica a nivel rexional pode reducir a competencia na cadea de valor global e a resiliencia ao longo prazo.

Estas ampliacións poderían complementar a presente estrutura analítica, proporcionando máis detalles sobre temas específicos discutidos ao longo da tese. Neste

sentido, esta estrutura analítica constitúe un punto de inicio relevante para o estudo en profundidade das dinámicas de desenvolvemento sectoriais, así como o impacto socioeconómico da enerxía eólica en contextos similares.





